

**TOPRAK İŞLEME YÖNTEMLERİNİN
TOPRAK KALİTESİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Fatih GÖKMEN

Y.Lisans Tezi

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Doç. Dr. Hikmet GÜNAL

2011

Her Hakkı Saklıdır.



T.C.

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**TOPRAK İŞLEME YÖNTEMLERİNİN TOPRAK KALİTESİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan

Fatih GÖKMEN

Danışman

Doç.Dr. Hikmet GÜNAL

**TOKAT
2011**

Her Hakkı Saklıdır

Bu Yüksek Lisans tez çalışması tamamlanmış olan TOVAG 107 O 124 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında yürütülmüştür. Çalışma için gerekli olan maddi destek proje bütçesinden karşılanmıştır.

Doç. Dr. Hikmet GÜNAL danışmanlığında, Fatih GÖKMEN tarafından hazırlanan bu çalışma 15.12.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ

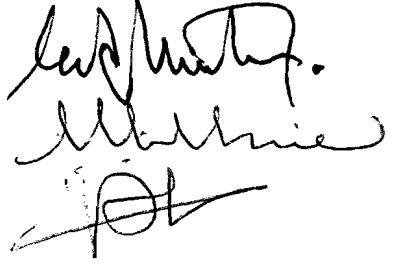
Doç. Dr. Hikmet GÜNAL

Yrd. Doç. Dr. İrfan OĞUZ

İmza:

İmza:

İmza:



Yukarıdaki sonucu onaylarım

İmza



Doç. Dr. Naim ÇAĞMAN

Enstitü Müdürü

06.01.2012

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Fatih GÖKMEN



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TOPRAK İŞLEME YÖNTEMLERİNİN TOPRAK KALİTESİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Fatih GÖKMEN

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hikmet GÜNAL

Bitkisel üretimde ürün rotasyonu yapıldığında koruyucu toprak işleme yöntemlerinin adaptasyonu, erozyon kontrolü ve toprak kalitesi gibi tarımda sürdürülebilirliğin temel unsurlarının geliştirilmesi için mutlaka gereklidir. Bu çalışmanın amaçları, mısır-buğday rotasyonunda uygulanan beş farklı toprak işleme yönteminin toprak kalitesi indikatörlerine etkisini belirlemek, bu indikatörlerdeki değişimin toprak amenajmanı değerlendirme çerçevesi (SMAF) kullanılarak skorlanan toprak kalitesi indeksine etkisini değerlendirmek ve toprak kalitesi indeks değeri ile silaj mısır verim parametreleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Çalışmada uygulanan toprak işleme yöntemleri Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık (1), Kulaklı pulluk+freze (2), Freze (3), Çizel+Diskli tırmık (4) ve Direk ekim (5). Bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri deneme öncesi ve sonrası üç derinlikten (0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm) olmak üzere alınmıştır. Toprak örneklerinde, hacim ağırlığı (HA), toprak pH'sı, elektriksel iletkenlik (EC), agregat stabilitesi (AS), toplam organik karbon (TOC), bitkiye yarayışlı fosfor (P) ve potasyum (K) analizleri yapılmıştır. Toprak kalitesi indikatörlerinin skorlanması toprağın kritik fonksiyonlarına (besin döngüsü, su depolama ve bitki kök gelişimi gibi) ait performansları gösteren doğrusal olmayan eğrilerin kullanımı ile yapılmıştır. Üç yıl süren deneme sonunda genel toprak kalitesi değerlerinde başlangıç yılına göre tüm uygulamalarda bir azalma görülmüştür. Bu değişimler 0-10 cm derinlikte önemsiz iken, 10-20 cm derinlikte yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerde freze (70.49'dan 64.48'e) ve çizel+diskli tırmık (70.2'den 65.30'a) uygulamalarında önemli düzeyde ($P<0.01$ ve $P<0.05$) azalma şeklinde olmuştur. Bireysel toprak kalitesi indikatörlerinden TOC, başlangıç yılı değerlerine göre ya değişmemiş veya bir artış göstermiştir. Agregat stabilitesi indikatörü ise, TOC'nin aksine bir miktar azalmıştır. Toprağı devirerek işleyen pulluğun ardından kesikleri parçalayan frezenin kullanıldığı kulaklı pulluk+freze uygulamasında, AS indikatörü 0.98'den 0.93'e inerek istatistiksel olarak önemli düzeye ($P<0.05$) ulaşmıştır. Toprak kalitesi indikatörleri ve toprak kalitesi ile silajlık mısır verim ve kuru madde verimi arasında bir ilişki bulunamamıştır. Çalışma sonuçları, kısa süreli uygulamalarda toprak kalitesi indikatörleri ve genel toprak kalitesinin farklı toprak işleme yöntemleri ile çarpıcı bir şekilde değişmediğini göstermiştir. Ancak, özellikle toprak işlemez parsellerde TOC skorundaki artış, toprağın kalitesinin zamanla daha iyiye gideceğinin bir işareti olarak algılanabilir.

Anahtar Kelimeler: Toprak Amenajmanı Değerlendirme erevesi, SMAF, Toprak Kalitesi, Toprak İşleme

2011, 82 sayfa

ABSTRACT

Master Thesis

ASSESSMENT OF SOIL QUALITY AS AFFECTED BY DIFFERENT SOIL TILLAGE METHODS

Fatih GÖKMEN

**Gaziosmanpaşa University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hikmet GÜNAL

Adoption of conservation tillage practices on crop rotation is necessary to improve erosion control and soil health which are major factors of the sustainability in agriculture. The objective of this study were to determine how corn-wheat crop rotation affected soil quality indicators, if those indicator changes were reflected in soil quality index ratings when scored and combined using the Soil Management Assessment Framework, and investigate the relationship between soil quality index value and silage corn yield. Soil tillage methods used in the experiment were Irrigation+Moldboard plow +Disc harrow, Moldboard plow+Rotovator, Rotovator, Chisel+disc harrow, and Direct planter. Disturbed and undisturbed soil samples were collected from three depths (0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm) during three years of the study prior and following the experiment. Bulk density (BD), soil pH, electrical conductivity, aggregate stability, total organic C, plant available P and K contents were determined. The indicator data were scored using nonlinear curves reflecting performance of critical soil functions (e.g., nutrient cycling, water partitioning and storage, and plant root growth). At the end of the three year of study, soil quality scores were decreased as compared to the initial soil quality scores. The variations in soil quality were not significant for 0-10 cm, however significant decline in soil quality values were obtained with rotovator (from 70.49% to 64.48%) and chisel+disc harrow (from 70.2% to 65.30%) methods at 10-20 cm soil depth ($P<0.01$ and $P<0.05$, respectively). Total organic carbon which is one of the individual soil quality indicators was either not changed or increased at the end of the experiment. In contrast to TOC, agregat stability indicator was decreased. AS score was significantly ($P<0.05$) declined from 0.98 to 0.93 with plough which turns over the soil combined with rototiller application. No significant relationship was obtained between soil quality and soil quality indicator scores with silage corn yield and dry matter yield. The results indicated that soil quality indicator scores and general soil quality values did not conspicuously changed within the short period of time. Though, the increase in TOC score at no till method might be accepted as a promising indication that soil quality will get better in time.

Key words: Soil Management Assessment Framework, SMAF, Soil Quality, Soil Tillage

2011, 82 pages

ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmam boyunca benden bilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen ve hayatımı yönlendirmemde çok büyük etkisi olan danışman hocam Doç. Dr. Hikmet GÜNAL'a katkılarından dolayı değerli hocalarım Doç. Dr. Engin ÖZGÖZ ve Prof. Dr. Hüseyin ÖNEN'e, her türlü arazi ve laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan Arş. Gör. Nurullah ACİR ve Ziraat Yüksek Mühendisi Murat BİROL'a çok teşekkür ederim.

Desteği ve sevgisi ile her zaman yanımda olan, varlığı ile bana güven veren, bugünlere gelmemde büyük emek sahibi aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fatih GÖKMEN

ARALIK 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1.Neden Toprak Kalitesine Gereksinim Duyuldu?.....	4
2.2.Toprak Kalitesinin Tanımı.....	7
2.3.Toprak Kalitesi Değerlendirme Yöntemleri.....	10
2.3.1 Skor Kartları Kullanımı.....	10
2.3.2 Toprak Koşullandırma İndeksi (SCI).....	10
2.3.3 Toprak Amenajman Değerlendirme Çerçevesi (SMAF).....	11
2.3.4 Tarımsal Ekosistem Değerlendirme Aracı (AEPAT).....	16
2.3.5 Cornell Toprak Sağlığı Testi.....	16
2.3.6 Toprak Kalitesi Ve Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi (AB Yaklaşımı).....	18
2.4. Toprak Amenajman Değerlendirme Çerçevesiyle Yapılan Çalışmalar.....	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1. Çalışma Alanı	23
3.1.1. İklimi.....	24
3.2. Metot.....	24
3.2.1. Toprak Amenajman Değerlendirme Çerçevesi.....	25
3.3.Toprak İşleme Yöntemi.....	27
3.4. Toprak Analizleri	29
3.5. İstatistiksel Analizler.....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
4.1. Deneme Öncesi Çalışma Alanı Genel Toprak Özellikleri.....	32
4.1.1. Deneme Öncesi Çalışma Alanı Toprak Kalitesi.....	34
4.2. Deneme Sonu Çalışma Alanı Toprak Özellikleri ve Toprak Kalitesi Değerlendirmesi.....	40
4.2.1. Yabancı Ot Mücadelesi Yapılmayan Parsellerin Toprak Özellikleri.....	42
4.2.1.1. Yabancı Ot Mücadelesi Yapılmayan Parsellerde Toprak Kalitesi.....	43
4.2.2. Yabancı Ot Mücadelesi Yapılan Parsellerde Toprak Özellikleri.....	50
4.2.2.1. Yabancı Ot Mücadelesi Yapılan Parsellerde Toprak Kalitesi.....	51
4.3. Deneme Öncesi ve Sonrası Toprak Kalitesi ve Toprak İşleme Yöntemlerin Toprak Kalitesine Etkilerinin Karşılaştırılmaları.....	56
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKÇA	69
EKLER.....	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil		<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1	SMAF yönteminin işleyiş şeması	12
Şekil 2.2	SMAF yönteminde toprak kalitesi indeksi belirlenmesinde takip edilen yöntem	13
Şekil 2.3	İklim, bitkisel ürünler ve toprak tipine bağlı olarak indikatör toprak özellikleri için oluşturulan şekilde özelliğın alacağı aralık değışiklik gösterecektir.....	14
Şekil 2.4	Genetik açıdan farkı iki toprağın kavramsallaştırılması.....	17
Şekil 2.5	Zamanla dinamik toprak kalitesindeki değışim.....	18
Şekil 2.6	Toprağın sürdürülebilirlik şeması.....	19
Şekil 3.1	Proje sahası'nın Türkiye'deki yeri ve yer bildirim haritası.....	23
Şekil 3.2	Silajlık mısır ekiminin yapıldığı deneme desenini gösteren kroki..	29
Şekil 4.1	Çalışma alanında ekim öncesi toprak işleme yöntemleri uygulandıktan sonraki bir görünüm.....	35
Şekil 4.2	Her uygulamada parselin yarısına yabancı ot mücadeleleri için herbisit uygulaması yapılmıştır.....	40
Şekil 4.3	Yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerde yabancı otların gelişimi.....	41
Şekil 4.4	Mısır içerisinde yoğun yabancı ot gelişimi.....	41
Şekil 4.5	Anıza ekim yapılan parsellerden bir görünüm.....	45
Şekil 4.6	Anıza ekim ve Çizel+diskli tırmık kullanılmış parselelrin görünümü.....	46
Şekil 4.7	Çalışma sonu (2009) otlu parseller için farklı toprak işleme yöntemi için agregat stabilitesi (AS) toprak indikatörü skorlarının 0-10 cm derinlikteki değışimleri.....	47
Şekil 4.8	Çalışma sonu (2009) otlu parseller için farklı toprak işleme yöntemi için pH toprak indikatörü skorlarının her üç derinlikteki değışimleri.....	48
Şekil 4.9	Çalışma sonu (2009) otlu parseller için farklı toprak işleme yöntemi için yarıyışlı fosfor (P) toprak indikatörü skorlarının 20-30 cm derinlikteki değışimleri.....	48
Şekil 4.10	Sulama+Kulaklı Pulluk+Diskli Tırmık uygulamasının yapıldığı parsellerden bir görünüm.....	49
Şekil 4.11	Çalışma sonu (2009) otlu parseller için farklı toprak işleme yöntemi için hacim ağırlığı (HA) toprak indikatörü skorlarının 10-20 cm derinlikteki değışimleri.....	49
Şekil 4.12	Çalışma sonu (2009) otlu parseller için farklı toprak işleme yöntemi için yarıyışlı potasyum (K) toprak indikatörü skorlarının 0-10 cm derinlikteki değışimleri.....	50

Şekil 4.13	Çalışma sonu (2009) otsuz parseller için farklı toprak işleme yöntemi için toplam organik karbon (TOC) toprak indikatörü skorlarının 10-20 cm derinlikteki değişimleri.....	53
Şekil 4.14	Çalışma sonu (2009) otsuz parseller için farklı toprak işleme yöntemi için pH toprak indikatörü skorlarının her üç derinlikteki değişimleri.....	54
Şekil 4.15	Çalışma sonu (2009) otsuz parseller için farklı toprak işleme yöntemi için yarıyışlı fosfor (P) toprak indikatörü skorlarının 10-20 cm derinlikteki değişimleri.....	55
Şekil 4.16	Çalışma sonu (2009) otsuz parseller için farklı toprak işleme yöntemi için HA toprak indikatörü skorlarının 0-10 cm derinlikteki değişimleri.....	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge		<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1	Hava kalitesi indeks değerleri.....	4
Çizelge 2.2	Su kalitesi indeks değerleri.....	5
Çizelge 2.3	İndikatör skorlamasına ve yorumuna etki eden faktörler.....	15
Çizelge 3.1	Tokat ili uzun yıllar ortalama mevsimsel yağış verileri.....	24
Çizelge 3.2	Tokat Merkez uzun yıllar ortalama sıcaklık değerleri.....	24
Çizelge 3.3	Deneme boyunca kullanılan tarım aletleri.....	27
Çizelge 3.4	Toprak analiz yöntemleri.....	30
Çizelge 4.1	Çalışma başlangıcı (2007) toprak özellikleri ortalama ve varyasyon katsayısı (VK) değerleri	33
Çizelge 4.2	2007 deneme öncesi parsellerine ait toprak kalitesi ve Duncan testi.....	37
Çizelge 4.3	Çalışma sonu (2009) yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellere ait toprak özellikleri ortalama ve varyasyon katsayısı (VK) değerleri.....	42
Çizelge 4.4	2009 hasat dönemi otlu parsellerine ait toprak kalitesi ve Duncan testi.....	44
Çizelge 4.5	Çalışma sonu (2009) yabancı ot mücadelesi yapılan parsellere ait toprak özellikleri ortalama ve varyasyon katsayısı (VK) değerleri.	51
Çizelge 4.6	2009 hasat dönemi otsuz parsellerine ait toprak kalitesi ve Duncan testi.....	52
Çizelge 4.7	Yüzey topraklarının (0-10 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otlu parsellerin homojenlik (Duncan) testi.....	57
Çizelge 4.8	Yüzey topraklarının (0-10 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otsuz parsellerin homojenlik (Duncan) testi.....	59
Çizelge 4.9	Yüzey altı topraklarının (10-20 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otlu parsellerin homojenlik (Duncan) testi.....	61
Çizelge 4.10	Yüzey altı topraklarının (10-20 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otsuz parsellerin homojenlik (Duncan) testi.....	62
Çizelge 4.11	Yüzey altı topraklarının (20-30 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otlu parsellerin homojenlik (Duncan) testi.....	63
Çizelge 4.12	Yüzey altı topraklarının (20-30 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otsuz parsellerin homojenlik (Duncan) testi.....	64
Çizelge 4.13	2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otlu parsellerin ortalama değerlerinin homojenlik (Duncan) testi.....	65
Çizelge 4.14	2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otsuz parsellerin ortalama değerlerinin homojenlik (Duncan) testi.....	66

1. GİRİŞ

Gelişmiş birçok ülkede nüfus artışı hemen hemen durmuş, hatta kimi ülkelerde özellikle genç nüfusta azalma ve yaşlı nüfusta artış görülmeye başlanmıştır. Bununla birlikte, ülkemizde olduğu gibi gelişmekte olan veya daha az gelişmiş ülkelerin genç nüfusu çok ciddi bir şekilde artmaya devam etmektedir. Artan nüfusun gıda ve giyim ihtiyacını karşılayabilmek ve endüstrinin değişik kollarına hammadde temini için ya eldeki arazi kaynakları daha iyi kullanılacak veya biyoteknoloji gibi bilim dallarında hastalıklara dayanıklı ve birim alandan daha fazla verim elde edilmesini sağlayacak türlerin geliştirilmesi çalışmalarına hız verilmelidir. Son zamanlarda oldukça fazla tartışılan konulardan biri olan genetiği değiştirilmiş organizmalar grubuna giren yeni çeşit geliştirilmesinin uzun dönemdeki etkileri henüz tam anlamıyla bilinemediğinden bir kısım insanlar tarafından güvenilir bulunmamaktadır. Doğal sisteme müdahale etmeksizin birim alandan daha fazla verim alabilmek için belirli tedbirlerin alınması zorunludur. Daha fazla üretim yapabilmek adına doğal kaynaklara uygulanan baskının koruyucu tedbirler olmaksızın artması, bu kaynakların fonksiyonlarını yitirmesine neden olmaktadır. Geleneksel tarım sisteminde toprak işlemenin çok yoğun yapılması, gübre ve kimyasal ilaçların aşırı ve bilinçsizce kullanımı önemli çevre sorunlarına neden olurken, çevrenin bir bileşeni olan toprağın geriye dönüşümü olmayacak şekilde bozunmasına yol açmaktadır.

Toprağın yerine getirmesi gereken verimlilik, su yönetimi, kirleticileri filtreleme ve benzeri fonksiyonlarını gerektiği kadar yerine getiremiyor olması karşısında zamanında gerekli tedbirler alınmaz ise, bu yenilenmesi oldukça uzun zaman alan doğal kaynağımızın geri dönüşümsüz bir biçimde elden çıkması kaçınılmaz olacaktır. Toprak kalitesi olarak tanımlanan toprağın fonksiyonlarını yerine getirme kapasitesi insan sağlığına benzer bir şekilde değerlendirilebilir. İnsan vücudu bir takım bozulmalara karşı belirli bir dereceye kadar dayanıklı olabilir. Yani bir kısım problemler oluşmaya başladığı anda, insanda yorulma, ateş, kaşınma ve terleme gibi bir takım anormallikler görülse dahi insan faaliyetlerine devam edebilir. Bu belirtileri dikkate almadığımız zaman, büyük sorunların habercisi olan problemler büyür ve tedbir almanın anlamsız olduğu bir seviyeye ulaşabilir. Bu aşamada alınacak tedbirler insanın fonksiyonlarını sürdürebilmesini sağlayamaz. Aynen bunun gibi toprakta bir kısım özellikler de

bozulma yaşansa dahi üreticiler bunun farkına zamanında varamayabilir ve üretimdeki azalmaya rağmen tarımsal faaliyetlerine devam edebilirler. Hatta daha fazla gübre ve bitki hormonlarının kullanımı gibi yöntemlerle bu problemlerin maskelenmesi dahi mümkündür. Doğru olmayan amenajmanlardan kaynaklanan sorunlar zamanında gerekli tedbirler alınıp giderilmez ise büyür ve toprağın temel fonksiyonlarını yerine getirmesini engelleyecek düzeye ulaşabilir. Toprağın kalitesinin bozulması olarak bilinen bu düzeye gelindiğinde daha fazla gübre veya hormon kullanımı toprağın verimine etki etmeyecektir. İnsanın düzenli olarak kontrolden geçirilmesine benzer şekilde toprağın kalitesinin doğru yöntemlerle ve belirli aralıklar ile gözden geçirilmesi zamanla toprağın fonksiyonlarında meydana gelecek değişime karşı tedbir alınmasını sağlayacaktır. Erken teşhis insanlarda birçok kötü hastalığın tedavisinde önemli olduğu gibi, toprağın sağlığı ve kalitesi için de vazgeçilmez bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tarımsal ilaçların ve gübrelerin bitkisel üretimi artırmak amacıyla bilinçsizce tüketimi çevresel kirliliğe, toprakların ve doğal kaynakların bozulmasına neden olmaktadır (Doran, 2002). Özellikle günümüz tarım sisteminde azotlu gübrelerin aşırı ve bilinçsizce kullanımı sonucu yer altı ve yerüstü kaynaklarının nitrat içeriklerinin yükselmesi, insan, hayvan ve çevre sağlığı için ciddi problemlere neden olmaktadır (Walter ve Payne, 1992; Townsend ve Young, 1997). Bu durum, kimyasal gübre ve ilaç kullanılarak yapılan tarımın sürdürülebilir olmadığı ve günümüz tarımında yenilik yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu amaçla geleneksel tarım sistemlerine alternatif olarak toprak ve ekosisteme olumsuz etkileri olmayan sürdürülebilir ve organik tarım gibi üretim sistemleri üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Tarımda sürdürülebilirlik toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin iyileştirilmesine ve bu özelliklerin korunmasına olanak verecek en uygun toprak- bitki ve arazi yönetimlerinin seçilmesiyle olacaktır. Doğal kaynak olan toprakların üretkenliği sonsuz değildir. Bu nedenle toprakların korunması ve üretkenliklerinin devamı toprakların temel özelliklerinin sürekliliğine bağlıdır.

Toprak kalitesi doğal veya yönetilen ekosistem içerisindeki bir toprağın bitkisel ve hayvansal üretimi sürdürebilme, su ve hava kalitesini artırabilme ve insan sağlığı için uygun yaşam ortamını oluşturma fonksiyonlarının tamamını sağlayabilme kapasitesi

olarak tanımlanmaktadır (Karlen ve ark., 1997; Doran, 2002). Toprağın bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini içeren bir dizi veri seti toprak kalitesi hakkında bilgi verebilmektedir. Ancak toprak kalite indekslerinden sadece biri veya birkaçı toprak kalitesini belirlemede yeterli olamazken bir grup fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özelliğinin veri seti halinde hazırlanması ile toprak kalitesi hakkında daha güvenilir veri tabanı oluşturulabileceği ifade edilmiştir (Doran, 2002).

Toprak kalitesi ölçümleri belirli bir takım problemlerin nedenlerinin araştırılması ve çözüm için sorunların doğru tanımlanması için de kullanılabilecek bir yöntemdir. Örneğin bir alanda tarımsal üretimde gözlemlenen verimdeki azalmanın çok çeşitli nedenleri olabilir ve sorun farklı nedenlerden kaynaklanabilir. Besin elementi içeriğinin bitki gelişimi için gerekli düzeyde olmaması bir arazideki verimin düşmesine neden olabilir. Ancak besin elementinin yetersiz olması sorunun nedeninden ziyade sorunun ortaya çıkan sonuçlarından bir tanesidir. Yarayışlı durumdaki besin elementinin yetersiz olmasının nedenlerinin belirlenmesi de gerekmektedir. Bu gibi durumlarda, zaman içerisinde toprak kalitesi değerlendirilmeleri yapılırsa, uygulanan amenajmanların sürdürülebilirliği hakkında bir bilgi edinmek mümkün olacaktır.

Uygulanmakta olan amenajmanların değerlendirilmesinin de ötesinde, toprak kalitesi değerlendirme metotları farklı amenajmanların karşılaştırılmaları ve hangi amenajman uygulamasının daha fazla fayda sağlayacağını belirlenmesi için bir çerçeve oluşturmak amacı ile de kullanılabilmektedir. Bu tez çalışmasında, geçiş iklim kuşağında yer alan Tokat ilinde yaygınlaşmaya başlayan ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde uygulanan ve uygulama olasılığı olan toprak işleme yöntemlerinin 3 yıllık bir çalışmada toprağın kalitesine nasıl etki ettiğinin belirlenmesi ve karşılaştırılması hedeflenmektedir. Buna ilaveten, belirlediğimiz toprak kalitesi indeksi ile çalışma alanında silajlık mısır verimi arasındaki ilişkide analiz edilerek tartışılmıştır. Bu yönüyle çalışma sonuçları, bölgemizde sürdürülebilir bir yetiştiricilik açısından ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde uygulanabilir amenajmanın belirlenmesi açısından önemlidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Neden Toprak Kalitesine Gereksinim Duyuldu?

Günümüzde, su ve hava kirliliğini kontrol edebilmek için ilgili yasal düzenlemeler (Çizelge 2.1 ve 2.2) yapılmıştır. Su ve hava gibi çevrenin önemli bir bileşeni olmasına rağmen toprakların bozunması ve verimsizleşmesini önlemek için toprak kalitesi ile ilgili yapılmış herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerde, toplum bu konuda bilim adamlarının çözüm üretmesini istemektedir. Toprakların sürdürülebilir kullanımları: toprak özellikleri, ilişkili çevresel (iklim, hidroloji vb) koşullar ve arazi kullanımı şeklinde üç faktöre bağlıdır. Bu faktörler sistemin temel prensiplerinden etkilenmekte ve birindeki değişim diğerlerinde de değişime neden olmaktadır. Bu nedenle toprakların sürdürülebilir kullanımı dinamik bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Toprak kaynaklarının bu bakış açısı ile ele alınması ve değerlendirilmesi önemlidir. Toprak, değişen doğal koşullar altında arazi amenajmanı ile ilişkili olarak sürdürülebilir kullanımın temel bir nesnesi olarak düşünülmelidir.

Çizelge 2.1 Hava kalitesi indeks değerleri

	SO ₂ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	CO [mg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]
Hava Kalitesi İndeksi	1 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama	24 saatlik ortalama	1 saatlik ortalama
1 (çok iyi)	0 -50	0 - 45	0 – 2,9	0 - 35
2 (iyi)	51-199	46 - 89	3,0 – 8,9	36 - 89
3 (yeterli)	200-399	90 - 179	9,0 – 15,9	90 - 179
4 (orta)	400-899	180 - 299	16 – 21,9	180 - 239
5 (kötü)	900-1499	300- 699	22,0 - 49,9	240 - 359
6 (çok kötü)	>1500	> 700	> 50,0	> 360
6 (çok kötü)	>1500	> 700	> 50,0	> 360

Çizelge 2.2 Su kalitesi indeks değerleri

Parametre mg/l	Türkiye	Avrupa Birliği	Dünya Sağlık Örgütü	EPA /USA
Kadmiyum	0,005	0,005	0,005	0,005
Siyanürler	0,05	0,05	0,1	0,2
Civa	0,001	0,001	0,001	--
Nikel	0,05	0,05	0,02	--
Kurşun	0,05	0,01	0,05	--
Antimon	0,01	0,005	0,004	0,006
Selenyum	0,01	0,1	0,01	0,05
Gümüş	--	--	--	0,1
Krom	0,05	0,05	--	0,1

Toprağı sayısal bir skalada değerlendirme toprak kaynaklarının durumunu tanımlamak için gereklidir. Tarih boyunca insanoğlu genellikle baskın toplum ve kültürün başarısızlığı (ortadan kalkması) ile son bulacak şekilde toprak kaynaklarını çoğunlukla ihmal etmişlerdir (Loowdermilk, 1953; Hillel, 1991). Tıkal yağmur ormanlarında yer alan topraklar, 1000 yıldan uzun zaman geçmesine rağmen Maya döneminde yapılan tahribatdan kurtulamamıştır (Olson, 1981). Benzer bir şekilde, Amerika Birleşik Devletlerinde 1930'ların sonunda, günümüzün buğday ve mısır kuşağı olarak bilinen büyük ovalarında toprakların bilinçsiz bir şekilde kullanılması çok ciddi rüzgâr erozyonlarına neden olmuştur. Buğday (*Triticum aestivum* L.) – nadas üretim sisteminin uygulanmasında yoğun toprak işleme rüzgar erozyonuna neden olmuştur (Baumhardt, 2003).

Su ve rüzgâr erozyonu, toprak sıkışması, kaymak bağlama, tuzluluk ve alkalileşme, asitlik, organik madde kaybı, toprak kirliliği ve toprak yorgunluğu şeklinde ortaya çıkan süreçler, toprak bozunması olarak tanımlanmaktadır (Öztaş, 1997). Tarım arazilerinde söz konusu bozunma süreçleri ile arazi ve toprak yönetimi uygulamalarının doğal bir sonucu olarak belirli bir periyotta ortaya çıkan toprak özellikleri ise toprak kalitesi olarak bilinmektedir (Öztaş, 2002). Arazi ve toprak fonksiyonlarının kayıpları sıkışma, erozyon, organik madde içeriğindeki azalma, kirlilik, tuzlanma, biyo çeşitliliğin kaybı ve seller ve arazi kaymaları gibi hidro jeolojik riskler yüzünden gerçekleşmektedir.

Çünkü bu koşullar altında arazi ve toprak fonksiyonlarını daha olması gerekenden daha düşük düzeyde yerine getirebilmektedir.

Arazi ve toprak fonksiyonlarının kaybı biyokütle üretimi, toprakların filtreleme kapasitesi, tamponlama yeteneği, toprak ve atmosfer, atmosfer ve hidrosfer arasındaki ve aynı zamanda toprak ve bitki örtüsü arasındaki değişimi olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuzluklar yer altı sularının (içme suyunun) ve gıda zincirinin korunmasını da engellemektedir. Toprak fonksiyonlarının kaybolması toprağın gen kaynağı olarak (biyo çeşitlilik için) görev yapma kapasitesini de azaltmaktadır (Blum, 2003).

Arazi ve toprak bozunmasının arkasındaki temel nedenler; kültürel, sosyal, ekonomik, teknik ve ekolojiktir. Bu nedenler, dünyanın değişik yerlerinde ve değişik zamanlarda farklı boyutlarda arazi bozunmasına neden olabilirler. Şu anda devam eden toprak kalitesi/sağlığını tanımlamak ve çok faktörlü değerlendirme protokollerini geliştirme gayretleri 1970'lerden bu yana devam etmektedir (Alexander, 1971; Warkentin ve Fletcher, 1977). Bu çalışmalar, 1980'li yılların sonlarına doğru "sürdürülebilir tarım " üzerinde yoğunlaşmanın başladığı dönemle aynı zamana denk gelmektedir. Bu çalışmalar, halkın dikkatinin toprak kaynaklarının bozulmasına ve mevcut bozulmanın çevre sağlığına olan etkisine dikkat çekilmesini sağlamıştır. Toprak kalitesi ve toprak sağlığı kavramlarına olan ilgi ve tartışma tüm dünyada yaygınlaştıkça (Karlen ve ark. 1997) şu anki toprak ve ürün amenajmanı kararlarının sürdürülebilirliği sorgulanır hale gelmiştir (Pesek, 1994). Toprak kalitesi değerlendirilmesinde kantitatif formüllerin yayınlanmasının (Larson ve Pierce, 1991) ardından çeşitli indikatörlerdeki değişikliklerin toprak amenajmanı pratikleri ile ilişkilendirmesi kalite değerlendirmeleri için yeni fikirlerin gelişimine neden olmuştur (Karlen ve ark. 1994 a ve b). Bazılarına göre toprak kalitesi kavramı gereksiz görülebilir. Hepsinin ötesinde, iyi toprağın içeriği herkes tarafından bilinir ve iyi toprakların nerelerde bulunabileceği tahmin edilir. Bazılarına göre ise; toprak kalitesinin sayısallaştırılması imkânsızdır çünkü farklı yerlerde farklı toprak ordoları arasında hatta aynı toprak serileri içerisinde dahi doğal farklılıklar bulunabilmektedir. Böyle düşünülmesinin bir nedeni ise toprak değerlendirme işlemi yeni değildir. Bitkiye yarayışlı su kapasitesi, hacim ağırlığı, asitlik ve bitki kök dağılımı için bir faktör esas alınarak üretkenlik indisleri belirlenmiştir. Bu

indisler Amerikada bitkisel üretim üzerine toprak erozyonun etkilerini değerlendirmek için kullanılmıştır (Pierce ve ark, 1983, 1984).

Toprak haritalama ve sınıflama bilgilerini kullanımını mümkün kılmak için tanımlanan durumlardaki her toprağın davranışını tahmin etmek için toprak etüd raporları yazılmıştır. Ancak toprak etüd yorumları ve rehberleri toprak kalitesi ve değerlendirmeleriyle aynı değildir. Toprak etüdları toprağın birçok biyolojik bileşenine hitap etmemektedir. Bazı insanlar toprak kalitesini basit bir şekilde üretilen ürünlerin miktarıyla ilişkili olduğunu söylemişlerdir. Başkaları ise toprak kalitesinin besinleri ve besin kalitesini nasıl etkilediğinin önemli olduğu üzerinde durmuşlar (Hornicle, 1992); veya toprak kalitesi çok geniş bir biyolojik topluluğa yerleşim yeri sağladığı ve bunu nasıl etkilendiği konusu üzerine durmuşlar (Warkentin, 1995).

2.2.Toprak Kalitesinin Tanımı

“Toprak kalitesi” kavramının tanımı ve değerlendirilmesi hakkında 1990’lı yılların başından bu yana çeşitli görüşler ortaya atılmıştır. En basit ifade ile toprak kalitesi toprağın fonksiyonlarını yerine getirme kapasitesi olarak ifade edilebilir. Toprağın fonksiyonlarını esas alan bu tanımlama, toprağın canlı ve dinamik olan yapısını yansıtmaktadır. Toprak kalitesi üç bacaklı bir saç ayağı gibi nitelendirilebilir. Bu bileşenler; biyolojik üretkenlik, çevresel kalite ve bitki ve hayvan sağlığının sürdürülebilirliğidir. Toprağın fonksiyonu ve dengesinin sağlanabilmesi ve sürdürülebilirliği bu üç bileşenin uyumlu birlikteliğini gerektirir. Bu kavram tarımsal üretim, atıkların iyileştirilmesi, kırsal gelişim, orman ve otlak düzenlemesi gibi birçok toprak kullanımı ve çevre kalitesi parametrelerini dengelemeye çalışmaktadır. Toprak kalitesinin değerlendirilmesi; arazi amenajman stratejileri, etkileşimleri ve değişimleri bağlamında tüm bilim disiplinleri arasında sonuçları doğru yorumlamak ve analiz edebilmek için ortak çalışma yapmayı gerektirmektedir (Karlen ve ark., 1997).

Toprak kalitesinin değerlendirmesi, toprak bilimcileri tarafından uzun süredir tartışılan başlıklardan birisidir. Toprak kalitesinin değerlendirilmesi konusunda olumsuz görüşlerdeki ortak nokta, toprak kalitesi/sağlığının değerlendirilmesinin toprak kaynaklarının karmaşıklığından dolayı imkânsız ve anlamsız olması şeklindedir. Toprak

kalitesine taraftar olanların ortak görüşü ise; çok hassas olan toprak kaynaklarının önemli özelliklerinin uzun süredir tanınıyor olmasının toprak kalitesini tanımlamaya ve değerlendirmeye yeteceği (Karlen ve ark., 2008). Bu değerlendirmeler kullanıcıları uyarmak için kullanılan araçlar olarak görülebilir ve hatta bu “tüketici fiyat indeksi”ni andıran tarzda da düşünülebilir. Bu şekilde toprak kaynağı ile ilgili problemlerin var olduğu veya var olabileceği rahatlıkla anlaşılabilecektir. Toprak kalitesi çalışmalarının genelde hedefi, toprak kaynaklarını etkileyebilecek amenajman kararının toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkilerini izlenmesini sağlayacak toprak kalitesi değerlendirmesini bir araç olarak kullanarak, toprakların geçmiş ve şu anki durumu ile potansiyellerini incelemektir (Karlen ve ark., 2008).

Aslında toprak kalitesinin değerlendirilmesi konusunda farklı düşüncelere sahip her iki grupta, toprak kaynaklarının öneminin halk tarafından farkındalığının geliştirmesi ve kısa süreli ekonomik karların uzun dönemdeki işlemleri ve özellikleri nasıl etkileyeceğinin daha iyi anlaşılmasını istemektedirler. Her iki gruptan bilim adamları; toprağın önemini daha iyi aydınlatılabilmek ve toprak özellikleri, işlemleri ve fonksiyonları ile ilgili yetersiz bilgimize dikkat çekebilmek için **toprağı** “final (son) sınır” olarak tanımlanmışlardır. Ancak toprağın anlaşılmazlığı, nasıl fonksiyonlar gösterdiğini anlamamızı çok ciddi bir şekilde sınırlandırmaktadır (Sugden ve ark., 2004).

Toprak kaynaklarımızın bozunmaları karşısında hızlı, basit ve başkaları tarafından kolaylıkla kullanılıp uygulanılabilecek ve toprak özelliklerindeki değişimleri tanımlayabileceğimiz bir metoda gereksinim vardır. Doğal olarak arazilerin çeşitliliği, arazi kullanımlarının geleneksel olarak farklı olması, sosyal çevre faktörlerinin, bilimsel eğitim veren okulların, dillerin ve daha birçok faktörün değişimi toprak kalitesi konusunda çeşitli tanımlamaların ortaya çıkmasına neden olmuş ve toprak kalitesinin doğru anlaşılmasını zorlaştırmıştır. Çok geniş bir kitle tarafından kabul edilen ilk tanımlamalardan birinde toprak kalitesi “arazinin karmaşık bir özelliği” olarak tanımlanmıştır. Bu tanımda, farklı arazi kullanımının, arazinin sürdürülebilirliğine farklı şekilde etki etmekte olduğunu vurgulamaktadır (FAO, 1976). Buradaki arazi terimi toprak terimi ile yer değiştirilebilir. Zira arazi fiziksel çevrenin iklim, rölyef, toprak, hidroloji ve bitki örtüsü ile insanın geçmişte ve günümüzdeki aktivitelerini de içine alan

bir kavramdır. Toprak bu fiziksel çevrenin bileşenlerinden sadece birisi olup diğer elementlerden etkilenmektedir. Bu bağlamda toprak arazinin bir alt birimi olarak ele alınmaktadır (Toth ve ark., 2007). Ancak yukarda belirtilen tanım oldukça geniş kapsamlıdır ve bu konuda somut politikalar üretmeye olanak tanımamaktadır.

Hem bilimsel literatürde hem de bu konuda ortaya konulmak istenen kuralların dayanağı olan politikalarda “toprak kalitesi” durum ifade eden “toprağın kalitesi” olarak tanımlanmıştır (Bouma, 1997; Karlen ve ark., 1997; Mate ve Toth, 2003; Van Camp ve ark., 2004). Ancak toprak bilimcileri, planlamacılar ve toprağı kullananların hiç birisi ortak bir toprak kalitesi tanımı yapamamışlardır. Toprak kalitesi kaba bir ifade ile “mükemmelliğin bir derecesi” olduğundan dolayı, farklı amaçlar için toprak kalitesi aynı şeyleri ifade etmeyebilir.

Romig ve ark.(1995)”toprak kalitesi” ve ”toprak sağlığının” birinin yerine kullanabileceğini belirtirler. Araştırmacılar çiftçilerin toprak sağlığını daha çok kullandığını belirtmiştir. Çiftçiler toprak sağlığını tanımlanabilen ve kantitatif özellikler yardımıyla doğrudan değer yargısıyla karakterize ettiler (sağlıklı-sağlıksız). Ancak bilim adamları toprak kalitesini tercih etmektedirler çünkü; bilim adamları toprağın kantitatif ve analitik özellikleriyle ilgilenmektedirler bu özelliklerle çeşitli toprak fraksiyonları arasında kantitatif bağlantıyı kurmaya çalışırlar. Bu inceleme esnasında komite toprak sağlığı ve toprak kalitesinin değişimi olarak kullanılabileceği görüşü ağırlık kazanmıştır. Bunun sonucunda komite SSSA üyeleri bu iki kavramı ayırt edebilmek için yeni çalışmaların yapılmasının tavsiyesi kararlaştırıldı.

Toprak kalitesi, toprak fraksiyonları esas alınarak değerlendirilmelidir (Doran ve ark.1996). Örneğin; toprak kalitesi çevre içerisinde (yüzey akışı) ve depolama açısından değerlendirildiğinde (Larson ve Pierce, 1991), yüzey suları ve yer altı sularına ait hem kalite hem de kantite konularına değinilmektedir. Yağmur ve sulama suyuna bağlı olarak oluşan yüzey akışı, sediment ve potansiyel kirleticileri drenaj alanlarına taşır. Bu hem dahili hem de harici etkidir ve çok çeşitli grupları etkilemektedir. Fazla besin elementi ve kontaminantların olmadığı durum da infiltrate olan su biyolojik üretkenliği teşvik eder ve genellikle yer altı suyuna ulaşmadan veya yüzey akışı ile yüzey sularına karışmadan önce temizlenir. Bu nedenle ekosistemin bir parçası olarak incelendiğinde,

toprak kalitesi insanın amenajman ile ilgili kararlarına doğrudan veya dolaylı çevresel etkilerinin bir değerlendirmesini sağlar.

2.3. Toprak Kalitesi Değerlendirme Yöntemleri

2.3.1. Skor Kartları Kullanımı

1990’larda, toprak kalitesi değerlendirme metotlarından ilki toprak kalitesi skor kartları kullanımıydı (Harris ve ark, 1996; Romig ve ark, 1996; Shephert, 2000; Shephert ve ark, 2000). Bu kartlar ve gelişimi için ortaya konulan rehberler NRCS Doğal Kaynakları Koruma Servisi tarafından geliştirilen ilk ürünler arasındadır (USDA-NRCS, 1999). Bunlar öncelikle topraklar ile ilgili temel bir duyarlılığı oluşturmaya yardım etmek ve teknik olmayan kişilerinde kullanması için geliştirilmişlerdir. Sarantonio ve ark. (1996) tarafından geliştirilen toprak kalitesi test kitinin kullanımı gibi diğer yaklaşımlar toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerine ve lokasyondan lokasyona zaman içerisinde işlemlerin nasıl değiştiğini göstermiştir. Bu kitler; su infiltrasyonu, hacim ağırlığı, tarla kapasitesinde toprağın havalanması, toprak su içeriği, su tutma kapasitesi, su dolu gözenek miktarı, toprak sıcaklığı, toprak pH’sı, EC ve toprak nitratını ölçmek için kullanılırlar. Toprak profili ve gözlemler toprak kalitesinin değerlendirilmesinde yeni yaklaşımlar değildirler. Ancak bunlar bir toprak test kiti ile birleştirildikleri zaman, çoğu korumacılar, toprak ve ürün danışmanları ve diğer kullanıcılar tarafından toprak kaynaklarının zamansal ve mekansal değişimlerinin anlaşılmasının yerleşmesi ve eğitim için çok faydalı bulunmuştur (Doran ve ark., 1996; Liebig ve ark., 1996; USDA-NRCS, 1999).

2.3.2 Toprak Koşullandırma İndeksi (SCI)

Çok yakın bir zamanda, USDA-NRCS, ürün amenajman sisteminde toprak organik karbonunun trendini değerlendirmek için kullanılan doğrusal bir tahmin aracı olarak Toprak Koşullandırma İndeksi (SCI)’ni çeşitli politika ve programlara dahil ederek toprak kalitesinin önemini tanımlamıştır. SCI Renner, Teksas yakınında 1948-1960 yılları arasında yapılmış olan on iki yıllık tarla çalışması sonuçlarını esas alarak geliştirilmiştir (Laws, 1961). Önceleri sadece bölgesel çalışmalar için yayınlanmıştır, daha sonra 1990’lı yıllarda NRSC toprak kalitesi enstitüsü uzun süreli karbon

çalışmalarında verileri kullanarak SCI'yi doğruladı dokuz tane uzun süreli karbon çalışmasında SCI'deki pozitif trendin topraktaki karbon ile pozitif bir trend gösterdiği diğer taraftan negatif SCI trendinin topraktaki negatif karbon trendi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Hubbs ve ark., 2002). Batı Teksas'ta elli iki arazideki veriler kullanılarak yapılan diğer bir çalışmada, SCI değerlerini toprağın toplam organik karbon içeriğiyle güçlü bir korelasyonu olmadığını gösterdiler (Zobeck ve ark. 2007). Fakat bir tanecikli organik karbon (POM-C) olarak bilinen spesifik bir organik karbonla çok güçlü korelasyon gösterdiler. Çok açık bir şekilde bu araştırma alanı birçok değişik bölge ve bitkisel üretim sisteminde ilave çalışmalara gereksinim duymaktadır.

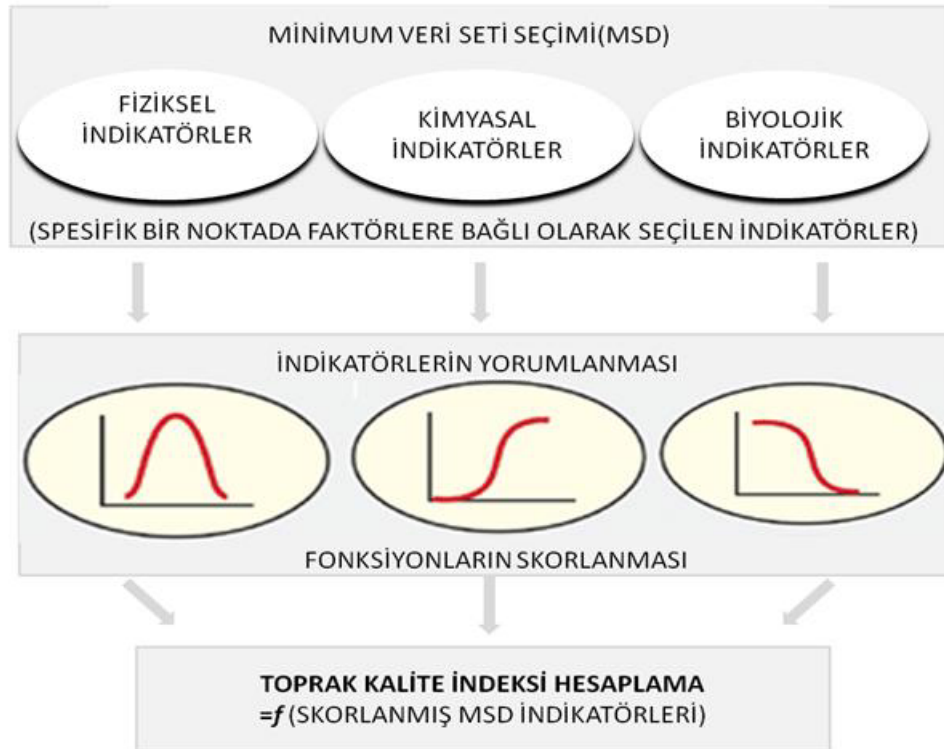
Daha sonra orjinal SCI'ya bir toprak tekstürü doğrulama faktörü ilave edilmiştir. Bu kaba tekstürlü topraklarda toprak organik madde düzeyini tahmin edebilmek için daha fazla biyokütle üretimi gereksinimini ilave ettiğinden dolayı modelin doğruluğunu arttırmıştır. Bununla birlikte SCI ile ilgili tek sınırlama sadece organik maddedeki potansiyel değişime odaklanıyor olmasıdır. Tek bir indikatör kullanılacak olursa o da organik madde indikatörüdür. Çünkü toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri fazladır ve topraktaki işlemleri organik madde etkilemektedir (Anonymous, 2003).

2.3.3 Toprak Amenajman Değerlendirme Çerçevesi (SMAF)

Toprak kalitesi, sağlığı ve bunların değerlendirilmesi için diğer bir yaklaşım Andrews ve ark. (2004) tarafından tanımlanan Toprak Amenajmanı Değerlendirme Çerçevesi (SMAF)'dir. Bu araç çeşitli toprak amenajman çalışmalarından toplanan toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik verilerini yorumlamak için zaman içerisinde sistem mühendisliğinin prensipleri (Karlen ve ark., 1994a,b) ve ekolojisi (Andrews ve Carroll, 2001) ile ilgili çalışmalarda geliştirilmiştir. SMAF, tüm indikatör çeşitlerinin değerlendirilmesi için uyumlu bir yaklaşım veya çerçeve sağlamaktadır ve eğer istenirse değerlendirmeleri dinamik toprak kalitesi değerlendirmelerine bir bütün olacak şekilde birleştirebilir (dinamik toprak kalitesi; temel toprak yapan faktörler ve yakın geçmişteki amenajmanlardan göreceli olarak sorumlu olmayan “kalıtsal toprak kalitesi” ne karşılık olarak şu anda veya yakın zamanki amenajman kararlarına uyumlu) (Andrews ve ark., 2002 a ve b; 2004). Benzer bir yaklaşım Tarımsal Ekosistem Performans Değerlendirme Aracı (AEPAT) ve Cornell Toprak Sağlığı Test programına da dâhil edilmiştir.

SMAF, toprak kalitesi indikatör sonuçları için yere özgü yorumlar vermektedir. Herhangi bir çalışma alanında toprak kalitesinin tanımı; amaçlarımıza, iklim, bitkisel ürünler ve toprak tipine bağlı olduğundan dolayı toprak kalitesi indeksi belirlemede bir çerçeve yaklaşımı kullanılmıştır. Bu bize indikatör sonuçları için alanda gerekli farklılıklar ve amaca özgü yorumlar yapabilme izni verecektir. Bu çerçeve üç ana adımdan oluşmaktadır (Şekil 2.1):

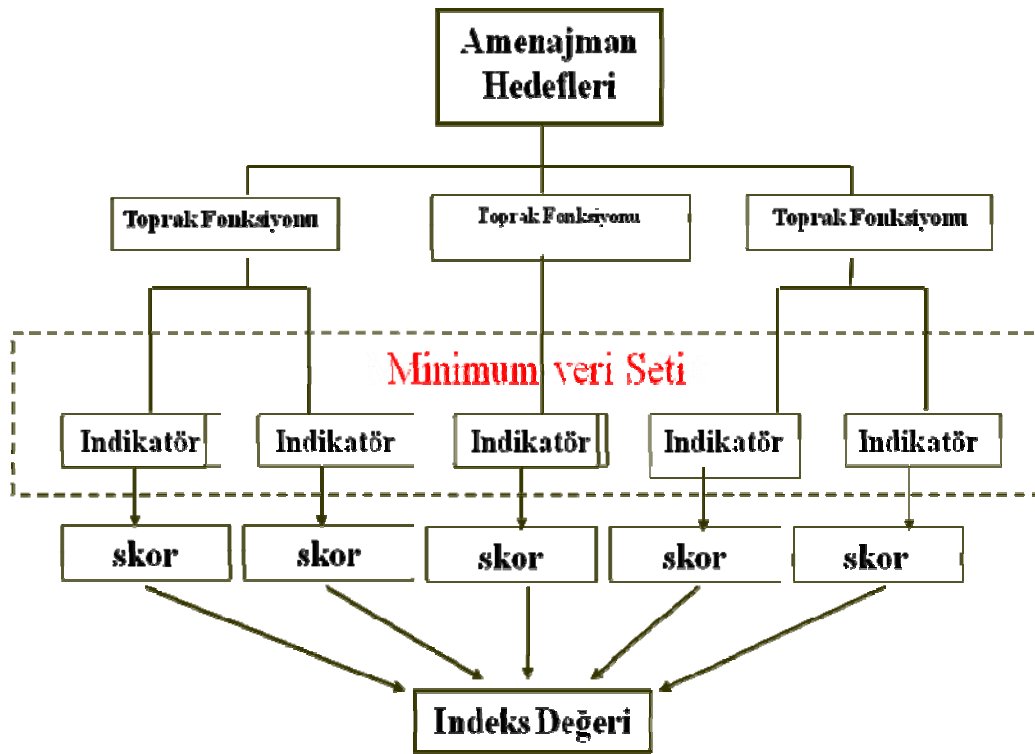
1. Kritik toprak fonksiyonlarını etkin ve etkili bir biçimde gözlemleyebilmek için indikatör seçimi,
2. Toprak fonksiyonlarına göre indikatörlerin yorumlanması (toprağın genetik kabiliyetleri ile belirlenen beklenen aralıkların kullanımı ile)
3. İndikatörler için belirlenen skorların toprak kalitesi içerisine entegre edilmiş bir indekste birleştirilmesi. Burada elde edilecek sonuç, niyet edilen kullanım için toprağın fonksiyonları yerine getirme yeteneğinin bir ölçüsü olacaktır (Andrews ve ark., 2001).



Şekil 2.1. SMAF yönteminin işleyiş şeması

Toprak kalitesini belirlemede kullanılan indikatörlerden oluşmuş veri setine “minimum veri seti” adı verilmektedir. Minimum veri setini seçebilmek için uzman görüşü ve

istatistiksel veri azaltması şeklinde iki ana yöntem geliştirilmiştir. Uzman görüşü: sistemin çok iyi bilinmesini gerekli kılar. İndikatörlerin seçimi için hiyerarşik bir çerçevenin kullanımı seçimin daha sistemik bir şekilde yapılmasına izin verir. Şekilde 2.2.'de gösterildiği gibi, amenajmanın amaçları ilgili toprak fonksiyonlarını belirlemeyi gerektirir veya belirlenen fonksiyonlar ilgili indikatörlerin seçimine neden olurlar. Örneğin, belirli bir arazi için hayvan gübresinin kullanımı (atık geri dönüşümü hedefi) ise filtreleme ve tamponlama önemli toprak fonksiyonları olacaktır. Filtreleme ve tamponlama altında ise organik madde içeriği ve pH potansiyel indikatörlerdir. Belirlenen indikatör seti daha sonra iklim, toprak ve bitki toplulukları veya diğer faktörlere göre yeniden düzenlenebilir. SMAF bu tip bir yöntemi tercih etmektedir (Andrews ve ark., 2004).



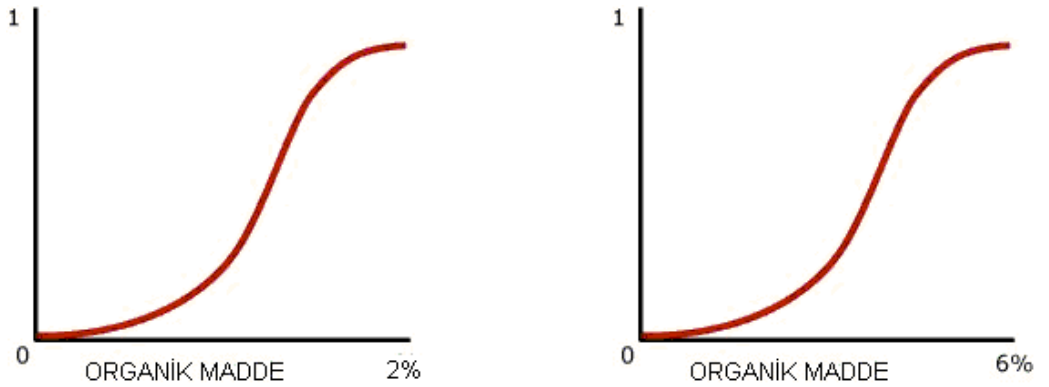
Şekil 2.2. SMAF yönteminde toprak kalitesi indeksi belirlenmesinde takip edilen yöntem (Andrews ve ark., 2004).

Bir dizi toprak sisteminde seçilen indikatörlerin etkinliklerinin gösterilmesi için istatistiksel veri azaltılması kullanılmıştır (Brejda ve ark., 2000a,b; Andrews ve ark., 2001; Andrews ve Carroll, 2001). Bu metod indikatörlerin uzman tarafından seçimi esnasında disiplin ile ilgili oluşabilecek önyargının ortadan kalkmasına yardımcı

olacaktır. Bu yöntemde uygun aday indikatörlerin orijinal veri setinde oldukları farz edilir (bu durumda minimum bir bilgi yeterli olacaktır). Bu metodun en zayıf yönü oldukça büyük bir veri tabanının varlığına gereksinim duyulmasıdır.

İndikatörlerin skorlanması ilgili toprak fonksiyonunun her bir ölçümle nasıl ilişkilendirilebileceğini yorumlamada ve indikatörlerin birim farklılıklarını ortadan kaldıran bir indeks içerine dâhil etmede gereklidir. Genel olarak kullanılan skorlamada doğrusal olmayan skorlama fonksiyonları kullanılır. Bu indikatör yorumlama şeklini ilk defa Karlen ve Stott (1994) toprak indikatör yorumlamasında kullanmıştır. Bu amaçla araştırmacılar üç ana skorlama eğrisi kullanmışlardır; daha fazla daha iyidir, daha az daha iyidir ve orta nokta optimumdur. SMAF bu tekniğin aynısını kullanmaktadır, ancak eğrinin şeklinde değişkenliklere izin vermektedir (Anonymous, 2010).

Her durumda belirli bir toprak için bir indikatörün değeri yüksek fonksiyon gösteriyor ise optimum skor verilir. İndikatörlerin bir kısmı ürüne özgü olabilir. Örneğin, toprak pH'sı için optimum skor hangi ürünün yetiştirileceğine bağlı olarak değişir. İndikatörlerin skorlanması çoğunlukla yere özgüdür ve yorumlamaları genellikle toprak oluşumu ürünü olan toprak özelliklerini esas almaktadır. Bazı özellikler yere özgü olarak farklılık gösterebilmektedir. Örneğin kurak bölge ve yağışlı bölgelerin organik madde içerikleri doğal olarak birbirlerinden farklıdır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. İklim, bitkisel ürünler ve toprak tipine bağlı olarak indikatör toprak özellikleri için oluşturulan şekilde özelliğin alacağı aralık değişiklik gösterecektir (Anonymous, 2010).

İndikatör yorumlaması adımında gözlemlenen indikatör verileri açıkça tanımlanan toprak fonksiyonlarının yere özel ilişkileri esas alınarak birimsiz bir skor içerisine

transfer edilir. İlişkili olan fonksiyonlar ürün üretkenliğini, besin elementi döngüsü, fiziksel stabilite, su ve katı akışı, kirleticilerin filtre edilmesi ve tamponlanması ve biyo çeşitliliği içerisine alabilir. İndikatör yorumlanması adımı skorum eğrisinde eşik değeri düzenlemek için çeşitli faktörler (örn; organik madde, tekstür, iklim, eğim, bölge, mineraloji, ayrışma sınıfı, ürün örnekleme zamanı ve analitik metot) kullanılır. Skorum eğrileri daha sonra toplanan her çeşit veri için oransal olarak 0 ile 1 arasında değer vermek için kullanılır (Andrews ve ark., 2004).

İndikatörlerin yorumlanması ve skorlanmasına etki eden birçok faktör vardır (Çizelge 2.3). Aşağıdaki tabloda SMAF tarafından kullanılan ve indikatör yorumunu etkileyen yere özgü faktörler verilmektedir.

Çizelge 2.3. İndikatör skorlamasına ve yorumuna etki eden faktörler (Anonymous, 2010).

İndikatör	Faktörler			
	Birincil	İkincil	Üçüncül	Dördüncül
Yarayışlı Su	bölge	tekstür	genetik OM	
Hacim Ağırlığı	tekstür	mineraloji		
Elektriksel İletkenlik	metot	Ürün	tekstür	
Mikrobiyal Biyokütle C	genetik OM	tekstür		
Ortalama Ağırlık Çapı	genetik OM	tekstür	mevsim	
Toprak reaksiyonu	ürün			
Potansiyel mineralize olabilir N	genetik OM	tekstür	iklim	
Metabolik katsayı	tekstür			
Sodyum adsorpsiyon oranı	EC			
Toprak P (düşük)	ürün	TOC veya OM	tekstür	metot
Toprak P (yüksek)	eğim	TOC veya OM	tekstür	metot
Toplam organik C	genetik OM	tekstür	iklim	

Bu gibi farklılıklar skorumada farklılığın oluşmasına neden olurlar. Kurak bölgelerin toprakları için %2 organik madde içeriği en yüksek skoru alırken yağışlı ve organik madde birikiminin yüksek olduğu bir bölge için %2 organik madde oldukça düşük bir skor alacaktır (Şekil 2.3).

İndikatörlerin skorlanmaları tamamlandıktan sonra, bu skorlar bir şekilde bir araya getirilip toprak kalitesi indeksi elde edilebilir (Şekil 2.1 ve 2.2). Skorların bir araya getirilmesinde ise eklemeli (Andrews ve Carroll, 2001), ağırlıklı (Karlen ve ark., 1998) veya çarpımsal indeksler (Doran ve Parkin, 1994) indeksler kullanılabilir. SMAF indeksi eklemeli metodu kullanmaktadır. Ancak indikatör skorların ağırlıklarının alınması şeklinde hesaplamaya da açıktır. Entegrasyon adımları bireysel indikatörler skorlarının tek bir indeks değeri içerisinde birleştirmemize izin verir. Bu iş çeşitli indikatörler için toprak fonksiyonlarının ölçülme amacının önemine bağlı olarak eşit veya farklı ağırlık verme ile yapılabilir. SMAF hala gelişim içerisinde ancak şu an için toprak organik maddesi, toprak agregatlaşması, toprak pH'sı, elektriksel iletkenlik ve sodyum adsorpsiyon oranı, bitkiye yarayışlı fosfor, nitrat, mikrobiyal biyokütle karbonu ve hacim ağırlığı indikatörlerini içermektedir (Andrew ve ark., 2004).

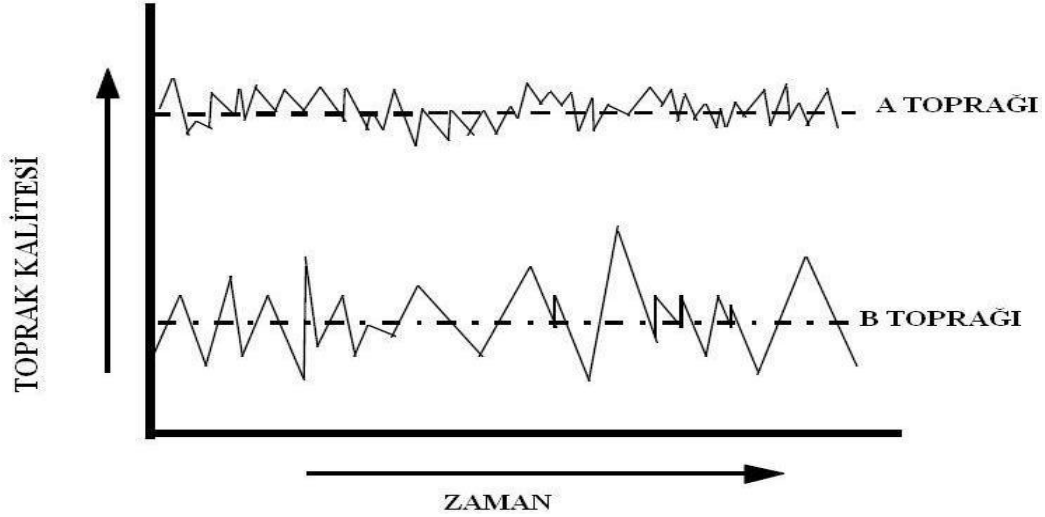
2.3.4 Tarımsal Ekosistem Değerlendirme Aracı (AEPAT)

Tarımsal Ekosistem Değerlendirme Aracı (AEPAT), toprağın tarımsal ve çevresel performansını ve ürün amenajman sistemini değerlendirmek için geliştirilmiş bir bilgisayar programıdır (Liebig ve ark; 2004). Kullanıcı tarafından ölçülen indikatörlere çeşitli fonksiyonlar atfedilir (örn. gıda üretimi, besin elementi döngüsü vs.). Fonksiyonlar kullanıcı tarafından ağırlık verilir ve bireysel fonksiyon skorları bir indeks içerisinde birleştirilir. Çok yakın zamanda büyük ovalardaki birçok uzun süreli çalışmadan alınan bilgiler kullanılarak bitkisel üretim sistemlerinin toprak kalitesi üzerine etkilerini karşılaştırmak için kullanılmıştır.

2.3.5 Cornell Toprak Sağlığı Testi

Cornell Toprak Sağlığı Testi yeni bir programdır. Programın; toprak sağlığı konusunda eğitime yardımcı olmak, çiftçilere ve araziye idare edenlere toprak amenajmanı pratikleri konusundaki seçimlerde yardımcı olmak, NRCS için bir gözlem oluşturmak, indirek olarak toprağı bir bütün olarak durumuyla ilgili bilginin sağlanması ile arazilerin değerlerinin artırılması amaçlamaktadır. Ölçülen değerler çeşitli doğrusal tepki eğrileri kullanılarak yorumlanır. Bu araç kritik fonksiyonlar olarak yapılan tanımlamalardan dolayı (Doran ve Perkin 1994) toprak ve ürün amenajmanı pratikte hassas (örn; toprak

işleme, ürün rotasyonu ve hayvan gübresi), uyumlu ve yeniden üretilebilir (tekrarlanabilir), toprak analiz laboratuvarlarının uygulaması için örnekleme kolay ve ekonomik bulunmuştur.

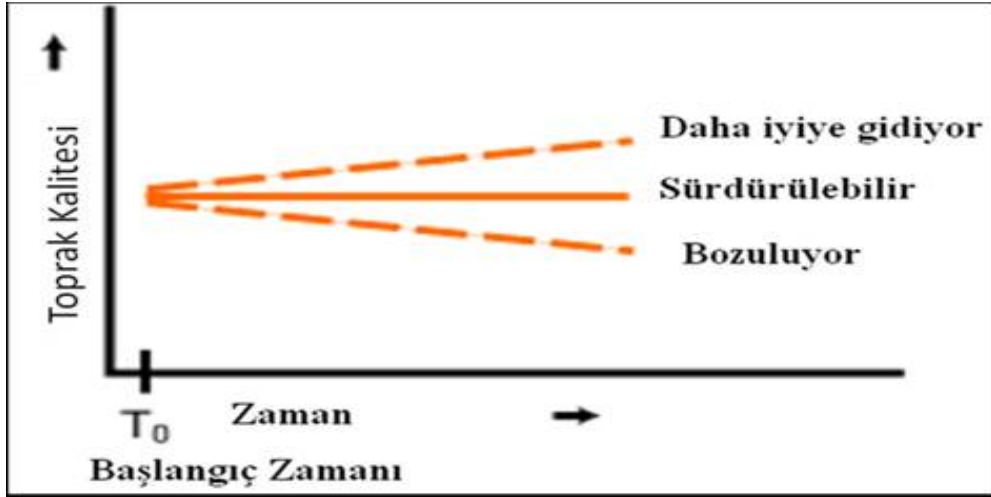


Şekil 2.4. Genetik açıdan farkı iki toprağın kavramsallaştırılması.

Her üç uygulama içinde (SMAF, AEPAT ve Cornel Toprak Sağlığı Testi) temel vurgu “*dinamik toprak kalitesi*” üzerinedir. Bu toprağın durumunu ve koşulunu tanımlar ve “*genetik toprak kalitesinden ziyade*” şu anki ve geçmiş amenajman kararlarını yansıtır. Toprağın genetik kalitesi, toprak yapan faktörler olan iklim, ana materyal, zaman, topografya ve bitki örtüsünün toprak özellikleri üzerine etkisini yansıtır ve yakın zamanda amenajmandan göreceli olarak etkilenmeyen toprak özelliklerini içine alır.

Şekil 2.4 ve 2.5 toprak kalitesi değerlendirilmesiyle ilişkili olarak iki önemli noktayı göstermektedir. Birinci toprak farklılıklarına vurgu yapmaktadır ve anlamlı karşılaştırmalar sadece spesifik bir lokasyonda amenajman geçmişleri bilinen toprak serileri için yapılabilir. Farklı topraklar arasındaki karşılaştırmalar toprakların genetik özelliklerindeki farklılıktan dolayı anlamsızdır. A veya B toprağındaki dalgalanma dinamik etkileri yansıtmaktadır ve zamansal değerlendirmede değişimin olabileceğini göstermek amaçlanmıştır. Toprak kalitesi/sağlığını değerlendirmek için kullanılacak alt sınırın ne olduğu konusu ile ilgili tartışmalara hitap etmektedir. Uzun zamanlı değerlendirmeler için değerlendirmeleri zaman boyunca tekrarlamak aynı amenajman ünitesindeki aynı toprak için faydalı olacaktır. Önemli alt sınır ilk ölçümün yapıldığı zamanki toprak kaynağının kalitesi veya durumudur. Değerlendirme sonrası amenajman

kararlarına karşılık gelen trend'dir. Zaman boyunca ölçümler (genellikle her 3 ya da 5 yılda), uygulanan pratiklerin indikatörleri geliştirildiği, zayıflatıldığı veya aynı bırakıldığını gösterecektir.

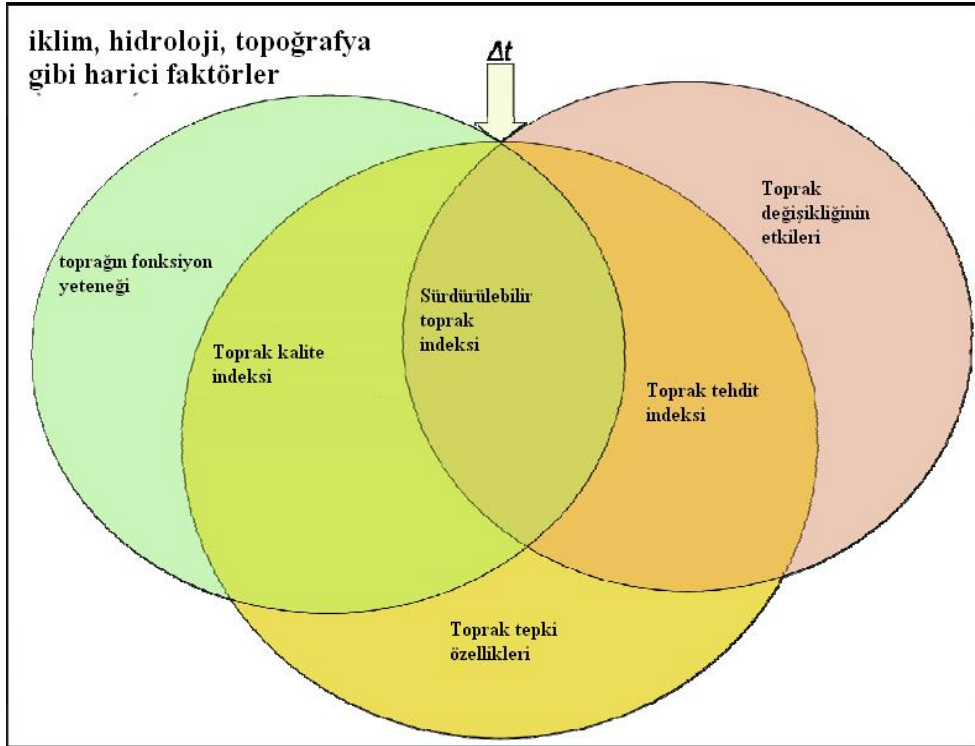


Şekil 2.5. Zamanla dinamik toprak kalitesindeki değişim (Karlen ve ark., 2008).

2.3.6. Toprak Kalitesi ve Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi (AB Yaklaşımı)

Toprak kalitesi/sürdürülebilirliği sisteminin bileşenleri (toprak kalite indikatörleri) arasındaki ilişkiler oldukça karmaşıktır. Bu konuda uygulanabilir bir çerçeveyi ortaya koyabilmek ve toprak kalitesi ve sürdürülebilirliği kavramlarını sayısallaştırmadan önce yapılması gereken bu ilişkilerin doğru bir şekilde açıklanıp tanımlanmalarıdır (Şekil 2.6). Bu tanımlamaları yapabilmek için ise, kapsamlı tanımları var olan bir terminolojinin ortaya konulması gerekmektedir. Avrupa Birliği'nin "toprak korunması için şematik strateji" başlığı altında bu tanımlamalar yapılmış ve yeni bir yaklaşım ortaya konulmuştur.

Toprak kalitesini değerlendirmek için toprak fonksiyonları ve karşılıklı özellikler ele alınırken, toprak kalitesinin değişiminde önemli faktörler olan iklim ve hidroloji de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu yaklaşımda, fonksiyonel toprak yeteneği (SFA) farklı sayıda fonksiyonlarla belirlenebilmektedir. Toprak tepki özellikleri (SRP), fonksiyonel toprak yeteneğinin (SFA) potansiyelidir ve toprak kalitesi hesaplamasını tamamlamaktadır (Toth ve ark. 2007).



Şekil 2.6. Toprağın sürdürülebilirlik şeması (Toth ve ark., 2007)

Toprak kaynaklarının sürdürülebilirliği ve korunması toprak fonksiyonlarına, zaman içerisinde oluşan toprak tepkilerine bağlıdır. Böylelikle toprak kalitesi ve bozulma tehditlerini bir zaman periyoduyla hesaplama sürdürülebilir toprakları değerlendirmemize yardım eder. Taksonomik toprak sınıflarını değerlendirme farklı metotlara izin verebilir ancak, sürdürülebilir çevresel değerlendirmeyle bu yöntemlerin kantitatif olarak ve ortak bir paydada sayısallaştırılması gerekmektedir (Toth ve ark. 2007).

2.4. Toprak Amenajman Değerlendirme Çerçevesiyle Yapılan Çalışmalar

Toprak kalite değerlendirilmesi tarımsal su havzaları içerisindeki koruma pratiklerinin uzun dönem etkilerinin anlaşılmasında önemli bir adım olarak bilinmektedir. Çeşitli indikatörler ve değerlendirme yaklaşımlarının kullanımı ile Iowa Nehri'nin Güney kıyısındaki su havzası içindeki toprak kalitesini değerlendirildi. Toprak pH, ekstrakte edilebilir P, K, Ca ve Mg, EC, toplam organik karbon ve toplam azot belirlenmiştir. Toprak kalite indeksini (SQI) karşılaştırmak için Toprak Amenajmanı Değerlendirme Çerçevesi (SMAF) kullanılmıştır; Toprak kaybı toprak işleme yoğunluğu oran (STIR);

N yıkanma potansiyeli ve toprak koşullandırma indeksi (SCI) kullanılarak her örnekleme noktası için belirlenmiştir. SCI ve SQI indisleri birbirleri ile pozitif korelasyon göstermiş, ölçülmüş çeşitleri kullanmalarına rağmen, su havzası içindeki amenajman pratiklerinin etkileri hakkında SMAF daha fazla bilgi sağlamıştır. Amacımız hangi ürün rotasyonlarında toprak kalitesi indikatörlerinin nasıl etkilendiğini belirlemektir. Toprak örnekleri Iowa ve Wisconsin'daki üç uzun vadeli çalışmadan toplanmıştır. Bu örneklerde hacim ağırlığı, pH, suya dayanıklı makro agregatlaşma, total organik karbon, total N, mikrobiyal biyokütle karbonu, ekstrakte edilebilir fosfor ve potasyum ve penetrasyon dirençleri ölçülmüştür. İndikatör verileri doğrusal olmayan eğriler kritik toprak fonksiyonlarının performansını yansıtacak şekilde skorlanmıştır. Genişletilmiş rotasyonların toprak kalite göstergeleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu vurgulanmaktadır. Total organik karbon en hassas indikatördür, hacim ağırlığı yalnızca bir lokasyonda (Kanawha) önemli farklılık gösteriyorken ölçümlerin önemi gösterme ve skora tüm lokasyonlarda farklıdır. En düşük SQI değerleri uzun süreli monokültür mısır yetiştiriciliğinde gözlemlenmiş, yem bitkilerinin en az 3 yıl dâhil genişletilmiş rotasyonlar SQI değerleri yüksektir. Gelecekteki koruma program ve politikaları daha çeşitli ve genişletilmiş ürün rotasyonlarının teşvik edilmesi önerilmiştir. (Karlen ve ark. 2006).

Toprak kalitesi toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini bir çerçeve içerisinde bulunduran bir kaynak değerlendirme konseptidir. Geleneksel işleme pratikleri organik madde kaybı ve toprak kalitesi azalmasıyla sonuçlanabilir. İşlemeyle toprak kalitesi bozulmasının potansiyeli çeşitli yüzey pozisyonlarına ve kırık toprak özelliklerine bağlı olabilir. Yapılan çalışmanın temel amacı geleneksel işlemenin uzun vadeli etkisi ve Deep Loess Araştırma İstasyonu güneybatı Iowa Treynor ilçesi yakınlarında üç küçük havzalarının toprak kalitesi üzerine sırt-toprak işleme değerlendirildi. Toprak tipleri, zirve pozisyonlarda Monona silt tınlılar hill veya backslope pozisyonlarda Dow silt tınlılar, ve Napier veya footslope pozisyonlarda Kennebec silt tınlı toprakları içerir. Verileri gruplandırmak ve toprak kalitesi üzerine topoğrafik pozisyonları değerlendirmek için yere özgü analiz metodunu kullanıldı. Toprak kalitesinin uzun süredir sırta işlemede geleneksel işlemeye göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Cambardella ve ark. 2004).

Teknolojinin gelişimi ve fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması için geliştirilen biyo-yakıtların üretiminde kullanılan bitkilerin toprak kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışma ABD Iowa eyaletinde sürekli mısır yetiştiriciliği yapılan ve münavebe uygulanan alanların toprak kaliteleri karşılaştırılmış. Mısır yetiştiriciliği yapılan alanın toprak kalite değeri %93, rotasyon uygulanan alanın değeri ise %83 olarak bildirilmiştir (Karlen ve ark. 2011).

Toprak kalitesi doğrudan olarak ölçülemez, bu nedenle göstergelerini değerlendirmemiz gerekir. Bu göstergeler toprak ve bitkideki ölçülebilir olan ve toprağın ne kadar iyi fonksiyon göstereceği ile ilgili ipuçları elde etmemizi sağlayacak özelliklerdir. Göstergeler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri, işlemleri veya karakterleridirler. Bunlar aynı zamanda morfolojik veya bitkilerin gözle görünen özellikleri de olabilirler. Önemli olan göstergelerin:

- Ölçülmesi kolay olmalıdır,
- Toprak fonksiyonlarındaki değişimleri ölçmelidir,
- Fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri içine almalıdır,
- Birçok kullanıcıya açık olmalıdır ve arazi koşullarına adapte edilebilir olmalıdır
- İklim ve amenajmandaki değişimlere karşı hassas olmalıdır.

Toprak işlemenin yoğunluğu toprakta özellikle organik maddenin mineralizasyonuna ve agregatların parçalanmasına etki etmektedir (Rasmussen ve ark., 1998). Bundan dolayı, geleneksel tarımda toprağı çok fazla karıştıran ve agregatların parçalanmasına neden olan geleneksel yöntemlerin yerine doğrudan ekim veya azaltılmış toprak işleme yöntemleri gibi koruyucu toprak işleme yöntemlerinin kullanımı toprakta agregatlaşmanın sürekli hale gelmesine neden olacaktır (Lichter ve ark., 2008). Tokat il sınırları içerisinde yer alan oldukça verimli ve çoğunlukla düz düze yakın bir eğime sahip sulanabilir tarım arazilerinin yer aldığı Kazova'da ülkenin genelinde olduğu gibi tarımsal üretimde geleneksel toprak işleme yöntemleri kullanılmaktadır. Toprağın kalitesini koruyan ve fonksiyonlarını uzun yıllar azaltmadan icra etmesini sağlayacak korumalı toprak işleme yöntemleri bölgede henüz yaygınlaşmamıştır. Bu çalışmada, geçit iklim özelliği taşıyan Tokat Kazova'da çiftçi koşullarında, geleneksel ve koruyucu toprak işleme yöntemleri altında silajlık mısır yetiştirilen arazide toprak kalitesi

belirlenmiştir. Farklı toprak işleme yöntemlerinin toprak kalitesine etkilerinin belirlenmesi yolu ile en uygun toprak işleme yönteminin seçimi temel amaçlardan bir tanesidir. Toprak kalitesinin değerlendirilmesinde son yıllarda Amerika Tarım Bakanlığı personeli tarafından geliştirilmiş olan “Toprak Amenajmanı Değerlendirme Çerçevesi” (SMAF) metodu kullanılmıştır.

Şekil 3.1. Proje Sahası'nın Türkiye'deki Yeri ve Yer Bildirim Haritası

3.1.1. İklim

Tokat İli Orta Karadeniz bölümünün iç kısımlarında yer almaktadır. Bu nedenle hem Karadeniz iklim özellikleri, hem de İç Anadolu'daki step (kara) ikliminin etkisi altındadır. Bu özelliği ile Tokat iklimi; Karadeniz iklimi ile İç Anadolu'daki step iklimi arasında geçiş özelliği taşır. Yaz mevsiminde sıcak ve kurak, kış mevsimi soğuk ve kar yağışlıdır. Tokat Meteoroloji İstasyonu kayıtları esas alındığında son 54 yıllık istatistiklere göre ilin yıllık ortalama sıcaklığı 12,4 °C'dir (Çizelge 3.2). Yıllık ortalama yağış miktarı ise 445.7 mm'dir (Anonim, 2007) (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Tokat ili uzun yıllar ortalama mevsimsel yağış verileri (1975-2005) (Anonim, 2007).

Mevsim	Toplam Ortalama Yağış (mm)	Yüzdesi
İlkbahar	162,8	36,5
Yaz	56,7	13
Sonbahar	108,8	24,5
Kış	117,4	26

Çizelge 3.2. Tokat Merkez uzun yıllar ortalama sıcaklık değerleri (1975-2005) (Anonim, 2007).

	AYLAR												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ort En Yüksek Sıcak (°C)	6,1	8,0	12,9	19,0	23,1	26,5	29,0	29,4	26,4	20,3	13,0	7,6	18,4
Ort Sıcak (°C)	2,0	3,2	7,1	12,6	16,3	19,6	22,2	22,1	18,7	13,4	7,6	3,6	12,4
Ort En Düşük Sıcak (°C)	-1,5	-1,0	2,1	6,8	9,8	12,8	15,5	15,4	12,1	8,0	3,2	0,2	7,0

3.2. Metot

İkinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan geleneksel toprak işleme yöntemi kontrol olarak alınmış ve alternatif toprak işleme yöntemlerinin ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğine uygunluğu belirlenerek karşılaştırılmıştır. Buğday hasadının ardından var olan nem muhafaza ederek çok kısa zamanda ekim yapılmasına izin verecek toprak işleme sisteminin ne olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Dört blokta tesadüf parselleri şeklinde yerleştirilen deneme parsellerinin yarısına yabancı ot kontrolü için herbisit uygulanırken diğer yarısında otla mücadele yapılmamıştır. Her bir

parselin fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri deneme öncesi ve sonrasında belirlenerek uygulamaların toprak özelliklerine olan etkileri değerlendirilmiştir. Bu çalışma içerisinde kullanılan her bir uygulama bu Tez çalışmasında kullanılan Toprak Amenajmanı Değerlendirme Çerçevesi (SMAF) modeline (Andrews ve ark., 2004) girdi olarak kullanılmış ve değişimlerinin bir bütün olarak toprak kalitesine nasıl etki ettiği anlaşılmaya çalışılmıştır.

3.2.1. Toprak Amenajmanı Değerlendirme Çerçevesi

Toprak kalitesi değerlendirmesinde kullanılan “toprak amenajmanı değerlendirme çerçevesi” ile ilgili bölüm, Doç. Dr. Hikmet GÜNAL’ın 2011 yılında hazırlamış olduğu yayınlanmamış ders notlarından derlenmiştir. Amenajmanların toprak fonksiyonları üzerine etkilerini değerlendirmek için toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik indikatörlerini kullanan SMAF;

- İndikatör seçimi,
- İndikatör yorumlanması (skorlanması)
- Bir indeks içerisine entegrasyon olmak üzere üç adımdan oluşan bir yol izlemektedir.

Bu çalışmada belirlenmiş olan fiziksel toprak indikatörleri agregat stabilitesi (AGG), hacim ağırlığı (BD) biyolojik toprak indikatörleri toplam organik karbon (TOC) ve kimyasal toprak indikatörleri ise elektriksel iletkenlik (EC), ekstrakte edilebilir potasyum (EX-K), toprak reaksiyonu (pH), ve yarayıslı fosfor (P) şeklindedir.

İndikatörlerin skorlanması, ilgili toprak fonksiyonunun her bir ölçümle nasıl ilişkilendirilebileceğini yorumlamada ve indikatörlerin birim farklılıklarını ortadan kaldıran bir indeks içerisine dahil etmede gereklidir. Genel olarak kullanılan skorlamada doğrusal olmayan skorlama fonksiyonları kullanılır. Skorlama fonksiyonları ekonomide faydalanma fonksiyonlarının tanımlanmalarında (Norgaard, 1994), karar fonksiyonlarında çok amaçlı karar vermede (Yakowitz ve ark., 1993) ve sistem mühendisliğinde modellemede bir araç olarak (Wymore, 1993) yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu kavramı toprak indikatörlerinin yorumlamalarında ilk defa Karlen ve Stott (1994) kullanmışlardır. Bu amaçla araştırmacılar üç ana skorlama eğrisi

kullanmışlardır. Bu skortlama eğrileri “daha fazla daha iyidir”, “daha az daha iyidir” ve “orta nokta optimumdur” şeklinde tanımlanmaktadır. SMAF, bu tekniğin aynısını kullanmaktadır ve eğrinin şeklinde değışkenliklere izin vermektedir (Anonymous, 2010).

Her SMAF skortlama eğrisinin bir algoritması veya alternatif algoritma ile mantıksal bir ifadesi vardır. Algoritmalar ölçülen indikatörlerin amprik değeri ile normalize edilmiş skorlar arasındaki kantitatif ilişkilerdir. Bunlar ekosistemin işlevlerinin veya toprak fonksiyonlarının performansını yansıtmaktadırlar.

Her durumda belirli bir toprak için bir indikatörün değeri yüksek fonksiyon gösteriyor ise optimum skor verilir. İndikatörlerin bir kısmı ürüne özgü olabilir. Örneğin, toprak pH’sı için optimum skor hangi ürünün yetiştirileceğine bağılı olarak değışir. İndikatörlerin skorlanması çoğunlukla yere özgüdür ve yorumlamaları genellikle toprak oluşumu ürünü olan toprak özelliklerini esas almaktadır.

İndikatör yorumlaması adımında gözlemlenen indikatör verileri açıkça tanımlanan toprak fonksiyonlarının yere özel ilişkileri esas alınarak birimsiz bir skor içerisine transfer edilir. İlişkili olan fonksiyonlar ürün üretkenliğini, besin elementi döngüsü, fiziksel stabilite, su ve katı akışı, kirleticilerin filtre edilmesi ve tamponlanması ve biyo çeşitliliği içerisine alabilir. İndikatör yorumlanması adımı skortlama eğrisinde eşik değeri düzenlemek için çeşitli faktörler (örn; organik madde, tekstür, iklim, eğim, bölge, mineraloji, ayrışma sınıfı, ürün örnekleme zamanı ve analitik metot) kullanılır. Skortlama eğrileri daha sonra toplanan her çeşit veri için oransal olarak 0 ile 1 arasında değeri vermek için kullanılır (Andrews ve ark., 2004).

İndikatörlerin skorlanması tamamlandıktan sonra, bu skorlar bir araya getirilip toprak kalitesi indeksi elde edilir. Skorların bir araya getirilmesinde ise eklemeli (Andrews ve Carroll, 2001), ağırlıklı (Karlen ve ark., 1998) veya çarpımsal indeksler (Doran ve Parkin, 1996) kullanılabilir. SMAF indeksi eklemeli metodu kullanmaktadır. Ancak indikatör skorların ağırlıklarının alınması şeklinde hesaplamaya da açıktır. Entegrasyon adımları bireysel indikatörler skorlarının tek bir indeks değeri içerisinde birleştirmemize izin verir. Bu iş çeşitli indikatörler için toprak fonksiyonlarının ölçölme amacının

önemine bağlı olarak eşit veya farklı ağırlık verme ile yapılabilir. (Andrews ve ark., 2004).

Hesaplamalar için Dr. Karlen ile irtibata geçilmiştir. Dr. Karlen SMAF için bireysel indikatörlerin ve genel toprak kalitesi indeksinin hesaplanmasında kullanılan EXCELL dosyasını göndermiştir. Bu EXCELL dosyası yardımı ile hesaplamalar yapılmıştır.

3.3. Toprak İşleme Yöntemi

3 tanesi geleneksel, bir tanesi azaltılmış ve hiç sürüm yapılmayan olmak üzere 5 farklı toprak işleme yöntemi kullanıldı (Çizelge 3.3). Her yöntemde parsellerin yarısına yabancı ot kontrolü için herbisit uygulandı. Diğer yarısında ise yabancı ot mücadelesi yapılmamıştır (Şekil 3.2).

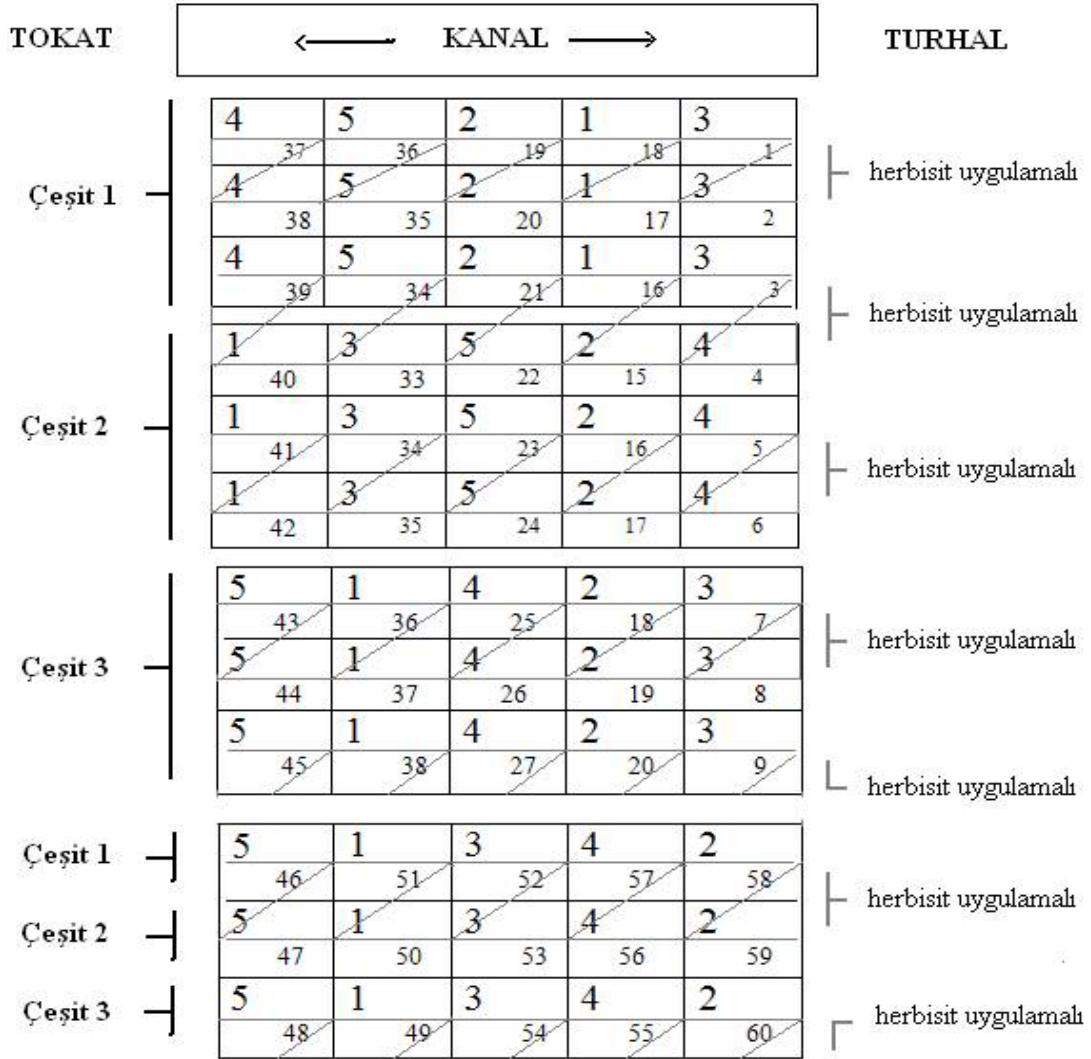
- 1: Sulama+ Kulaklı Pulluk +Diskli Tırmık (SKPDT)
- 2: Kulaklı Pulluk + Freze (KPF)
- 3: Freze (F)
- 4: Çizel+Diskli tırmık (ÇDT)
- 5: No-Till (Tİ)

Çizelge 3.3. Deneme boyunca kullanılan tarım aletleri

Kulaklı Pulluk 	☐ Kulak sayısı: 4 ☐ Kulak tipi: Kültürform ☐ İş genişliği: 112 cm ☐ İş derinliği: 25-40 cm ☐ Ağırlık: 418 kg
--	---

Çizelge 3.3. devamı

Çizel 	☐ Ayak sayısı:7 ☐ İş genişliği: 80 cm ☐ İş derinliği:40 cm
Diskli Tırmık 	☐ Tipi: (X)tipi asma diskli tırmık ☐ İş genişliği: 240 cm ☐ İş derinliği: 15 cm ☐ Batarya sayısı: 4 ☐ Bataryadaki disk sayısı: 6
Toprak Frezesi 	☐ Tipi: Düz Yönlü ☐ Bıçak tipi: Sabit bağlantılı ☐ İş genişliği: 240 cm
Anıza Ekim Makinesi 	☐ Ekici ayak sayısı: 4 ☐ Ekici ayak tipi: Balta ☐ İş genişliği: 280 cm ☐ Sıra arası mesafe: 70 cm



X_Y: X: Toprak İşleme Yöntemi Y: Parsel no

Şekil 3.2. Silajlık mısır ekiminin yapıldığı deneme desenini gösteren kroki.

3.4. Toprak Analizleri

Çalışma 3 yıl devam etmiş ve 2010 Temmuz ayında tamamlanmıştır. Tezde 2007 yılı ekim öncesi verileri ile 2009 yılı hasat sonrası verileri kullanılmıştır. Başlangıç yılında parsel, homojen kabul edildiğinden yabancı ot uygulaması dikkate alınmadan örnekleme yapılmıştır. Çalışmanın tamamlandığı 2009 hasat döneminde ise toprak örnekleri; her bir parsel yabancı ot kontrolü yapılmış ve yapılmamış diye ikiye ayrılarak alınmıştır. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirleyebilmek için bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri her parselden bir adet olmak üzere alınmıştır. Toplam 60 adet ana parsel bulunmaktadır ve her parsel otlu ve otsuz şeklinde ikiye ayrıldığından

her derinlik için alınan örnek sayısı toplam 120 olmuştur. Toprak örneklemeleri, toprak uygulama işlemlerinin etkilerini daha açık görebilmek amacı ile 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm derinliklerden ayrı ayrı alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri oda sıcaklığında kurutulduktan sonra analizler için 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Çalışmada belirlenen toprak özellikleri bunların ve yöntemleri özet olarak Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Toprak analiz yöntemleri

Analiz	Açıklama	Kullanılan Metot
Tekstür	Gübreleme çeşidi ve miktarlarını belirlemenin yanında deneme alanı topraklarını tanımak için	Bouyoucos hidrometre metodu (Gee and Boudier, 1986)
Hacim ağırlığı	Toprak sıkışıklığı	Sabit hacimde silindirlerle alınmış bozulmamış toprak örneklerinde (Blake ve Hartge, 1986)
Agregat dayanıklılığı	8 mm'den küçük agregatların dayanıklılığı	Kemper ve Rosenau (1986)
Organik madde	Tohum yatağının özelliğini belirlemek için	Kjeldahl Yöntemi. (Bremner, 1965)
Yarayışlı fosfor (P)	Farklı toprak işleme yöntemlerinin gübre kullanım etkinliğine etkileri	Sodyum bikarbonat metodu (Olsen ve ark., 1954)
Potasyum	Farklı toprak işleme yöntemlerinin gübre kullanım etkinliğine etkileri	1N amonyum asetat ile ekstraksiyon (Thomas, 1982).
Toprak reaksiyonu (pH) ve Elektriksel iletkenlik (EC)	Verilecek gübre çeşidini belirlemek ve toprak işleme yöntemlerinin toprak kalitesine etkisini değerlendirmek	1:2 (toprak:su) Rhoades, 1982.

3. 5. İstatistiksel Analizler

Öncelikle, farklı toprak işleme yöntemlerinin uygulandığı çalışma alanındaki toprak özelliklerine ait tanımlayıcı özellikler hesaplanmıştır. Aynı şekilde her bir indikatör için elde edilen indeks değerleri ile beraber genel indeks değerleri için de benzer şekilde tanımlayıcı istatistik yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistik verileri olarak veri setlerine ait ortalama ve varyasyon katsayısı değerleri SPSS yardımı ile belirlenmiştir. İstatistiksel analizlere başlamadan önce, veri setlerine ait normal dağılım testleri uygulanmış,

normal dağılım göstermeyen veri setlerinin normal dağılıma dönüştürülebilmesi için uygun dönüşüm işlemleri yapılmıştır.

Her bir uygulama için elde edilen veriler kullanılarak uygulamalar arasındaki farklılıkların önem dereceleri varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir. Yapılan ANOVA'lar tezin "Ekler" kısmında verilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak saptanmıştır ve DUNCAN testi ile özellikler açısından homojen olan uygulamalar tespit edilmiştir. Denemenin başlangıcında belirlenen toprak özellikleri için hesaplanan toprak kalitesi değerleri ile çalışmanın bitiminde hasat döneminde belirlenen toprak kalitesi indeks değerleri ve toprak kalitesi değerlerinin karşılaştırılması eşleştirilmiş t-testi ile yapılmıştır. İstatistiksel analizler de SPSS 13 (SPSS 2000) bilgisayar programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında toprağın fonksiyonlarının göstergesi olan ve günümüzde topraklardaki bozunmanın belirlenmesinde en önemli gösterge olarak kabul edilen toprak kalitesi değerlerinin belirlenmesi Kazova'da ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde en uygun toprak işleme yönteminin belirlenmesi hedeflenmiştir. Mısır-buğday veya soya fasulyesi rotasyonlarında koruyucu toprak işleme yöntemlerinin adaptasyonu, koruyucu toprak işleme yöntemlerinin erozyon kontrolü, toprak sağlığı ve ilişkili diğer doğal kaynaklara olan olumlu etkileri açık bir şekilde ortaya konulmuş olmasına rağmen, uzun yıllardır yaygın bir şekilde uygulamaya konulamamışlardır (Buman ve ark., 2004). Koruyucu ve geleneksel toprak işleme yöntemlerinden beş farklı toprak işleme yönteminden erkenciliği sağlayacak aynı zamanda toprakta sürdürülebilir tarımsal üretim yapmamıza katkı sağlayacak toprak işleme yönteminin belirlenmesi temel hedeflerden bir tanesi olmuştur. Toprak işleme uygulamalarının yanında, uygulamalarının gerçekleştirildiği parsellerin yarısına yabancı ot kontrolü için herbisit uygulaması yapılmış ve yabancı ot kontrolünün çapalama ve herbisit ile uygulamasının da toprak özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

4.1. Deneme Öncesi Çalışma Alanı Genel Toprak Özellikleri

Çalışma alanına ait toprak örneklerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ortalama değerler ve parsellerdeki değişkenliğin göstergesi kabul edilen varyasyon katsayıları (VK) değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Bu analizlerden toprak tekstürü bileşenleri tarımsal uygulamalar ile değişmediğinden dolayı, sadece denemenin başında yapılmıştır ve bu nedenle ilerleyen bölümlerde toprak özelliklerinin verildiği çizelgelerde yer almayacaktır.

Deneme alanında farklı uygulamaların yapılacağı parsellerin tekstüründe 0-10 cm derinlikte orta düzeyde bir değişkenlik bulunmaktadır ve tekstür siltli kil ile kil arasında değişmektedir. İlk 10 cm içersindeki kil içeriği %44.24 ile %46.08 arasında değişmiştir. Kil içeriğinde derinlikle beraber çok belirgin bir değişme bulunmamaktadır. Silt içeriği %37 ile %43 arasında değişmiştir. Silt içeriğinin yüksek olması arazide kaymak tabakası oluşumlarına neden olmuş, zaman zaman çıkış problemleri yaşanmıştır. Tüm çalışma alanında ortalama toprak organik karbon (TOC) içeriği genelde %1

civarındadır. Organik karbonun düşük olması toprak kalitesi için bir olumsuzluk olarak kabul edilmektedir. Zira toprağın organik karbonu, besin elementi deposu, birçok besin elementinin döngüsünün sağlandığı ortam ve toprağın su ve rüzgar erozyonuna dayanımını arttıran agregatların oluşması için gerekli olan bir bileşendir. Camberdella ve ark. (1994) toprak değişkenliğini varyasyon katsayısına (VK) göre 3 sınıfa ayırmışlardır. Buna göre VK'sı ≤ 15 olanlar az değişken, $16-35$ arasında olanlar orta derecede değişken ve ≥ 36 'dan büyük olanlar ise yüksek derecede değişken olarak gruplandırılmıştır.

Çizelge 4.1. Çalışma başlangıcı (2007) toprak özellikleri ortalama ve varyasyon katsayısı (VK) değerleri (Özgöz ve ark., 2010).

2007		1. uygulama		2. uygulama		3. uygulama		4. uygulama		5. uygulama	
		Ort	VK	Ort	VK	Ort	VK	Ort	VK	Ort	VK
% TOC	0-10	0,93	13,63	0,97	13,04	0,91	18,77	0,97	13,52	0,98	14,57
	10 20	0,93	14,68	0,96	22,17	0,94	20,58	1,0	13,57	0,91	18,45
	20-30	0,89	16,61	0,85	16,94	0,97	11,7	0,89	26,65	0,9	10,1
% AS	0-10	65,47	36,03	67,7	24,8	61,67	28,98	57,72	33,27	65,01	35,15
	10 20	69,77	21,15	70,18	28,61	64,57	29,25	67,48	15,77	62,31	36,1
	20-30	59,96	32,95	66,43	30,02	64,17	26,61	62,37	23,78	61,92	29,08
pH	0-10	8,36	1,66	8,47	1,34	8,44	1,51	8,4	1,79	8,46	1,49
	10 20	8,39	1,97	8,38	1,08	8,33	3,15	8,39	1,72	8,41	1,73
	20-30	8,45	1,29	8,48	2,09	8,47	1,39	8,5	1,59	8,42	1,47
P ppm	0-10	24,12	33,26	23,45	33,87	22,03	41,88	22,31	28,98	19,06	27,37
	10 20	22,92	27,35	22,56	37,84	23,47	21,85	21,92	21,19	26,59	30,83
	20-30	20,71	41,72	24,44	25,86	22	31,71	23,85	39,73	22,77	34,18
HA g/cm ³	0-10	1,45	7,82	1,38	8,55	1,43	4,21	1,44	9,54	1,45	7,61
	10 20	1,5	5,55	1,44	5,93	1,46	6,94	1,47	4,69	1,45	8,21
	20-30	1,5	9,64	1,46	6,61	1,51	6,44	1,5	5,32	1,52	8,61
EC dS/m	0-10	0,27	21,58	0,27	6,86	0,28	7,83	0,27	13,22	0,27	8
	10 20	0,29	9,28	0,27	9,7	0,28	7,24	0,27	9,74	0,27	8,89
	20-30	0,28	10,32	0,28	7,98	0,28	9,59	0,27	11,72	0,27	11,22
K ppm	0-10	146,41	31,35	107,59	35,42	132,14	36,45	125,88	27,19	131,85	23,74
	10 20	144,76	33,3	118,23	20,34	127,62	37,15	108,91	30,27	96,67	25,84
	20-30	132,66	38,27	97,98	31,1	118,57	24,86	103,37	27,56	120,87	29,35
% Kil	0-10	46,08	20,92	45,24	10,64	45,56	13,00	45,58	13,79	44,24	14,66
	10 20	42,75	11,32	45,17	14,92	45,26	11,63	41,48	16,90	45,71	10,97
	20-30	42,86	13,56	43,26	14,75	43,29	13,36	41,51	14,93	45,03	23,66
% Silt	0-10	37,65	20,87	41,66	3,95	41,39	10,74	39,61	11,71	39,74	8,28
	10 20	41,46	6,16	42,01	6,54	42,02	4,91	41,93	4,12	39,52	7,75
	20-30	40,69	5,78	43,18	9,57	42,76	7,23	43,06	8,71	39,51	19,63
% Kum	0-10	16,27	30,72	13,11	35,31	13,05	46,09	14,82	42,66	16,02	42,15
	10 20	15,78	30,65	12,82	47,75	12,71	41,31	16,59	41,93	14,77	38,58
	20-30	16,45	31,70	13,56	34,26	13,95	30,16	15,43	30,26	15,46	47,64

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

Tüm parseller ve derinlikler dikkate alındığında TOC için VK değerleri ortalama %10.1 ile %26.65 arasında değiştiği yani az değişken ile orta değişken olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1). Agregat stabilitesi için ise % 57,72 ile 70,18 ortalama arasında ve orta derecede değişkenlik göstermektedir. pH ortalama değerleri 8,33 ve 8,48 arasında ve az değişken olarak sınıflandırılabilir. Fosfor ortalama değerleri 19,06 ile 26,59 ppm arasında ve büyük bir kısmı orta derecede değişken olarak sınıflandırılabilir. Hacim ağırlığı ortalama değerleri 1,38 ile 1,52 g/cm³ arasında ve az değişken olarak sınıflandırılabilir. EC ortalama 0,29 ds/m iken %6,86 ile %21,38 arasında değişkenlik göstermektedir. Potasyum ortalama değerleri 96,62 ve 146,11 ppm arasında ve büyük kısmı orta derecede değişken olarak sınıflandırılabilir. Kil ortalama değerleri %41,48 ile %46,08 arasında ve büyük kısmı az derecede değişken olarak sınıflandırılabilir. Silt ortalama değerleri %37,65 ile %43,18 arasında ve büyük kısmı az derecede değişken olarak sınıflandırılabilir. Kum ortalama değerleri %12,71 ile %16,59 arasında ve orta derecede değişken olarak sınıflandırılabilir (Çizelge 4.1).

4.1.1. Deneme Öncesi Çalışma Alanı Toprak Kalitesi

Çalışmada, üç ayrı silajlık mısır çeşidinin yetiştirilmesinde beş farklı toprak işleme yöntemi kullanılmıştır (Şekil 4.1). Çalışma alanına yerleştirilen dört blokta bulunan 60 parselden alınan toprak örneklerine ait çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikler Andrews ve ark. (2004) tarafından geliştirilen “Toprak Amenajman Değerlendirme Çerçevesi” (SMAF) programının kullanımı ile toprak kalitesi indeks değerleri ve bu indeks değerlerinin birleştirilmesi ile de her bir toprak işleme yöntemi ve tüm arazi için ayrı ayrı toprak kalitesi değerleri elde edilmiştir. Denemenin başlangıcında belirlenen bu değerler, 2009 yılı hasat dönemleri ile karşılaştırılarak toprak işleme uygulamalarının bir farklılığa neden olup olmadıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca her bir toprak işleme yönteminin uygulandığı parsellerin ortalama toprak kalitesi değerlerine bakılarak ta toprak işleme yöntemlerinin toprak kalitesine nasıl etki ettikleri değerlendirilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma alanında ekim öncesi toprak işleme yöntemleri uygulandıktan sonraki bir görünüm

Toprak işleme uygulamalarının 0-30 cm içerisinde hangi toprak derinliğinde daha fazla etki ettiğini anlayabilmek amacı ile 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm şeklinde toprak örnekleme yapılmıştır. Deneme alanının başlangıcında, farklı toprak işleme sistemlerinin uygulanacağı parsellerden alınan toprak örneklerinin analizleri sonucunda hesaplanan toprak kalitesi indeks değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Öncelikle farklı uygulamaların yapılacağı parsellerin her biri için toplam organik karbon (TOC), agregat stabilitesi (AS), pH, bitkiye yarayışlı fosfor (P), hacim ağırlığı (HA), bitkiye yarayışlı potasyum (K) ve bu bireysel indikatörlerin birleşimi olan toplam toprak kalitesi değerleri her bir toprak işleme sistemi için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Karlen ve ark. (2006) farklı lokasyonlarda, uzun süreli çeşitli ürün rotasyonları ve azot gübreleme dozlarının toprak kalitesine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada hacim ağırlığı, penetrasyon direnci, ıslak agregat stabilitesi, pH, TOC, P ve K indikatörlerini dikkate almıştır. Bu indikatörleri toprak kalitesi için önemli olan ve toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini temsil edeceklerini düşündükleri için seçtiklerini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada, hacim ağırlığı topraktaki sıkışmanın göstergesi, toplam organik karbon ve agregat stabilitesi toprakta devam eden infiltrasyon, havalanma ve besin döngüsü gibi birçok işlemi etkileyen toprak strüktürünün bir göstergesi, pH, P ve K ise toprağın kimyasal durumunun yani verimliliğinin bir göstergesi olduğundan çalışmaya dahil edilmiştir.

Farklı toprak işleme uygulamalarının yerleştirildiği parsellerin toprak özelliklerinin homojenliğini test edebilmek için önce tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve sonrasında ise özellikler açısından homojen gruplara ayırabilmek için Duncan testi yapılmıştır. Denemenin kurulduğu arazinin tamamı benzer toprak oluşum faktörlerinin etkisi altındadır. Yani ana materyal, iklim, topoğrafya, bitki örtüsü ve zaman açısından farklılık olmadığından genetik kaynaklı bir değişkenlik söz konusu değildir. Böylesine küçük bir tarım arazisinde toprak özelliklerinde görülen değişkenliğin temel nedeni ise tarla içi uygulamalardan kaynaklanmaktadır. Toprak özelliklerinin çok kısa mesafelerde dahi değişkenlik göstermesi, bir arazide aynı tarımsal uygulama (toprak işleme, gübreleme, sulama ve mücadele) sonucunda bitkisel ürünün arazinin değişik yerlerinde farklılaşmasının en temel nedenlerindendir (Goovaerts, 1998).

Kalite indeks değerlerinden pH her üç derinlikte de Sulama+kulaklı pulluk+diskli tırmık (SKPDT) uygulamasının yapıldığı parsellerde (0.68, 0.69 ve 0.70) diğer uygulamaların yapıldığı parsellere göre bir miktar yüksektir (Çizelge 4.2). Benzer şekilde 0-10 cm derinlikteki yarayışlı potasyum içeriği için hesaplanan indeks değeri kulaklı pulluk+freze (KPF) uygulamasının yapıldığı parsellerde diğer parsellerden bir miktar düşük olduğundan DUNCAN gruplamasında farklı bir grupta yer almıştır. Yarayışlı potasyum kalite değeri 10-20 cm derinliğinde de SKPDT ve toprak işlemesiz (Tİ) uygulamalarda istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) farklılık göstermiştir. Aynı tarla içerisinde toprak pH'sı ve yarayışlı potasyum gibi kimyasal özelliklerde görülen farklılığın temel nedeni, arazide uygulanan amenajmanlardır. Tarla içi uygulamalardan gübreleme bu değişkenliğin önemli nedenlerden bir tanesi olabilir. Hesaplamaları yapılan diğer kalite indeksleri açısından uygulamaların yapıldığı parsellerin çalışma öncesinde homojen oldukları anlaşılmaktadır. Agregat stabilitesi indikatörü indeks değeri toprak işlemesiz uygulamaların yapıldığı parsellerin 10-20 cm'sinde diğer uygulamalara göre bir miktar düşük olduğundan özellikle SKPDT ve çizel+diskli tırmık (ÇDF) uygulamaların yapıldığı parsellerden farklı gruplandırılmıştır. Her ne kadar bireysel indikatör değerleri açısından küçük farklılıklar görülmüş olsa da, bireysel indikatörlerin birleşimi ile elde edilen toplam toprak kalitesi açısından Duncan homojenlik testi sonuçları sadece 10-20 cm derinlikteki toprağın kalitesinde istatistiksel olarak bir miktar önemli farklılık olduğunu, ancak 0-10 ve 20-30 cm derinliklerde tüm uygulama parsellerinin homojen olduğunu göstermektedir.

Kalite değerlendirmelerinde son aşama olan çalışmada var olan tüm kalite indikatörlerinin tek bir toprak kalitesi indikatörü içerisine dahil edilmesidir. Her bir indikatöre ait skorlaması yapılan değerler kendi önem düzeylerine göre ayrı ayrı incelenmesi gerektiğinden, bu aşama isteğe bağlıdır. Ancak, bu aşama tüm indikatörlerin tek bir ilaveli indeks değeri içersine dahil edilme potansiyelini sunmaktadır. Bu nedenle “toprak kalitesi değeri” toprak kaliteinin bir bütün olarak değerlendirilmesi olarak kabul edilir. Bununla birlikte, birleştirilen bu değer zaman içerisinde belirli bir lokasyondaki değişimlerin özetlenmesi veya bir tarladaki farklı amenajman pratiklerinin karşılaştırılmaları ve değerlendirilmesi için oldukça uygundur.

Çizelge 4.2. Deneme ncesi (2007) Uygulama Parsellerin Toprak Kalitesi ve Duncan Testi*.

İndik	Derinlik	1.Uyg	2. Uyg	3. Uyg	4. Uyg	5. Uyg
TOC	0-10 cm	0,16 ^a	0,17 ^a	0,16 ^a	0,17 ^a	0,17 ^a
	10-20 cm	0,16 ^a	0,17 ^a	0,17 ^a	0,18 ^a	0,16 ^a
	20-30 cm	0,15 ^a	0,14 ^a	0,17 ^a	0,16 ^a	0,15 ^a
AS	0-10 cm	0,93 ^a	0,98 ^a	0,97 ^a	0,93 ^a	0,96 ^a
	10-20 cm	1,00 ^b	0,98 ^{ab}	0,98 ^{ab}	1,00 ^b	0,95 ^a
	20-30 cm	0,96 ^a	0,98 ^a	0,97 ^a	0,98 ^a	0,96 ^a
pH	0-10 cm	0,77 ^b	0,65 ^a	0,65 ^a	0,67 ^a	0,65 ^a
	10-20 cm	0,76 ^b	0,67 ^a	0,69 ^a	0,67 ^a	0,66 ^a
	20-30 cm	0,76 ^b	0,64 ^a	0,64 ^a	0,64 ^a	0,66 ^a
P	0-10 cm	0,96 ^a	0,96 ^a	0,92 ^a	0,96 ^a	0,93 ^a
	10-20 cm	0,96 ^a	0,93 ^a	0,97 ^a	0,96 ^a	0,97 ^a
	20-30 cm	0,91 ^a	0,97 ^a	0,93 ^a	0,91 ^a	0,95 ^a
HA	0-10 cm	0,32 ^a	0,38 ^a	0,32 ^a	0,34 ^a	0,33 ^a
	10-20 cm	0,28 ^a	0,32 ^a	0,31 ^a	0,30 ^a	0,32 ^a
	20-30 cm	0,31 ^a	0,31 ^a	0,28 ^a	0,28 ^a	0,28 ^a
K	0-10 cm	0,89 ^b	0,79 ^a	0,86 ^{ab}	0,86 ^{ab}	0,88 ^{ab}
	10-20 cm	0,89 ^b	0,85 ^{ab}	0,85 ^{ab}	0,80 ^{ab}	0,77 ^a
	20-30 cm	0,86 ^a	0,76 ^a	0,84 ^a	0,78 ^a	0,84 ^a
TK	0-10 cm	72.0 ^a	70.7 ^a	69.7 ^a	70.4 ^a	70.3 ^a
	10-20 cm	72.9 ^b	70.3 ^a	70.9 ^{ab}	70.2 ^a	69.0 ^a
	20-30 cm	70.4 ^a	69.7 ^a	69.2 ^a	67.9 ^a	69.3 ^a

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.izel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

* Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde farklılık yoktur.

Genel toprak kalitesi değerleri farklı toprak işleme sistemlerinin uygulanacağı parsellerde 0-10 cm derinlik için %69.7 (freze, F) ile %72.0 (SKPDT) arasında, 10-20 cm için %69.0 (Tİ) ile %72.9 (SKPDT) arasında ve 20-30 cm derinlik için %67.9

(ÇDF) ile %70.4 (SKPDT) arasında değişmiştir. Toplam toprak kalitesi değeri toprağın fonksiyon gösterme kapasitesinin bir göstergesi kabul edildiğinden (Marzaioli, 2010) çalışma alanı topraklarının tüm derinliklerde yaklaşık ortalama %70 düzeyinde fonksiyon gösterdiğinden bahsedebiliriz. Karlen ve ark. (2006) toprağın fonksiyonu için %95 ve üzeri değerlerin hemen hemen optimum kabul edilebileceğini rapor etmişlerdir. Bu durumda, çalışma alanı topraklarının optimum düzeyde fonksiyon göstermedikleri anlaşılmaktadır. Toprağın kalitesinin daha yüksek olmamasının temel nedenleri, organik madde içeriğinin düşüklüğünden dolayı TOC skorunun çalışılan parsellerde 0,15 ile 0,18 arasında ve yüksek hacim ağırlığı değerlerinden dolayı hacim ağırlığı için hesaplanan skorun 0,28 ile 0,38 arasında olmasıdır (Çizelge 4.2). Çalışma alanında yer aldığı yoğun tarımsal üretimin yapıldığı arazilerde ülkemizde genel olarak toprağı aşırı derecede parçalayan ve organik maddenin hızla mineralizasyonuna neden olan geleneksel toprak işleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bununla beraber özellikle anızın yakılıp araziden uzaklaştırılması, yeşil gübrelemenin yetersiz oluşu gibi nedenler ülke topraklarının organik madde içeriklerinin düşük olmasına neden olmuştur. Organik madde içeriği düşük olmasına rağmen kil içeriğinin yüksek olması bu toprakların agregat stabiliteelerinin oldukça yüksek olmasına neden olmuştur. Bu nedenle agregat stabilitesine ait indikatör skoru 0,93 ile 1,00 arasında bulunmuştur.

Bu çalışmada mısır ekimi öncesinde toprak analizleri yapılmış ve mısır için gerekli olan besin elementi miktarı tespit edildikten sonra gübreleme yapılmıştır. Ancak ülkemizde gübreleme konusunda toprak analizleri genellikle çok fazlaca dikkate alınmamaktadır. Özellikle fosfor içeren taban gübrelerinin yoğun kullanımı bu gübrelerin zaman içerisinde toprakta depolanmasına neden olmuştur. Bu arazide de yüksek düzeyde atık fosforun bulunması, arazideki fosfor skorunun oldukça yüksek çıkmasına neden olmuştur (Çizelge 4.2). Özgoz ve ark. (2011), Kazova'da mera ve tarım arazilerinin toprak kalitelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, tarım arazilerindeki yüksek fosfor içeriğinin toplam kaliteyi etkilediği ve bu nedenle kalite değerlendirilmelerinde toplam kaliteden ziyade bireksel indikatörlerin değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Zira genel kalite yüksek olsa dahi, organik maddenin düşüklüğü ve hacim ağırlığının yüksekliği verimde azalmaya neden olabilecek önemli etkenlerdir.

Toprak kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan SMAF yöntemi toprak tipi, ürün, çalışılan alanlar içerisindeki iklime oldukça hassastır ve skorlamada kullanılan eğrinin şeklinde değişimlere neden olmaktadır. Arazinin eğimi %0-2 arasında olduğunda 150 mg kg⁻¹ P içeriği olan toprak %100 değerini alırken, bu değer eğimin %4-8 arasında olan yerlerde %75 ve eğim %16'dan fazla olduğunda ise %10'dan daha düşük değerler almaktadır. Zira eğimin artması ile birlikte toprağın erozyona hassasiyeti arttığından dolayı fosforun yüzey akışı ile kaybı gerçekleşme riski artacaktır (Karlen ve ark., 2006). Çalışma alanımızda fosfor içeriğinin fazla olmasına rağmen skorun yüksek çıkmasının nedeni, arazinin düz olmasından dolayı fazla fosforun yıkanma riskinin bulunmayışıdır.

Türkiye toprakları genellikle yüksek düzeyde potasyum içerdiği kabul edildiğinden dolayı potasyumlu gübre kullanımı çok yaygın değildir. Ancak toprakta ne kadar yüksek olursa olsun, sürekli olarak bitkisel üretimin yapıldığı topraklarda ürünler ile beraber kaldırılan besin elementleri toprakların bu besin elementlerince fakirleşmesine neden olmaktadır. Yaklaşık 245.000 toprakta yapılan potasyum analizi Türkiye topraklarının %92'sinin yeterli veya fazla, %3'lük bir bölümünde mutlak potasyumlu gübreye ihtiyaç duyulduğunu, %5'lik bir bölümünde ise muhtemelen potasyumlu gübreleme yapılması gerektiğini göstermiştir (Güçdemir, 2006). Acir (2010), Kazova'da 400 noktadan alınan toprak örneklerinde ovanın bitkiye yarayışlı potasyum açısından haritasını yapmıştır. Bu çalışmada özellikle kum içeriğinin yüksek olduğu Yeşilirmak Nehri kıyılarındaki arazilerde toprakların potasyumca yetersiz olduğu vurgulanmış ve noksanlık olan arazilerde gübre kullanımının sürdürülebilir bir bitkisel üretim için gerekli olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma alanında potasyum skoru farklı toprak işleme sistemlerinin uygulanacağı parseller için 0,76 ile 0,89 arasında değişmiştir. Genel itibari ile K skoru toprağın ilk 20 cm için 20-30 cm derinliğe göre daha yüksektir.

Toprakların elektiriksel iletkenliği bitkisel üretim için sorun oluşturmayacak kadar düşük olduğu durumlarda EC skoru oldukça yüksek olarak bulunmaktadır. Tuzluluk ile ilgili verilerin skorlanmasında kullanılan algoritma, tuz içeriği yüksek olduğunda düşük skorların olacağına işaret etmektedir (Andrews ve ark., 2004). Tuz için kullanılan algoritma “en düşük en iyidir” şeklinde olduğundan çalışma alanındaki tüm derinlikler için EC skoru 1,00 çıkmıştır.

Toprak pH'sı bitkisel üretimde verimliliği etkileyen en önemli özelliklerden birisidir. Yüksek pH'larda Fe, Mn, Zn, Cu ve Co gibi mikro ve fosfor gibi makro besin elementlerin alınımı azalmaktadır (FAO, 1984). Arazide hafif alkali bir pH olduğundan, pH skoru 0,64 ile 0,77 arasındadır (Çizelge 4.2).

4.2. Deneme Sonu Çalışma Alanı Toprak Özellikleri ve Toprak Kalitesi Değerlendirmesi

Çalışmanın üçüncü yılında silajlık mısırların hasadından hemen sonra, başlangıçtakinden farklı olarak uygulamaların yapıldığı her bir parseli “yabancı ot mücadelesi yapılmış” (Şekil 4.2) ve “yabancı ot mücadelesi yapılmamış” (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4) diye ikiye ayırarak toprak örnekleri alınmıştır.



Şekil 4.2. Her uygulamada parselin yarısına yabancı ot mücadeleleri için herbisit uygulaması yapılmıştır.



Şekil 4.3. Yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerde yabancı otların gelişimi



Şekil 4.4. Mısır içerisinde yoğun yabancı ot gelişimi

Toprak örnekleri toprağın 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinliklerinden ayrı ayrı alınmış ve kalite indeksleri için analizler yapılmıştır. Bu analiz sonuçları Özgöz ve ark. (2010) tarafından TÜBİTAK projesi bitiminde rapor edilmiştir. Tezde de Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.5’de otlu ve otsuz parseller için ayrı ayrı verilmiştir.

4.2.1. Yabancı Ot Mücadelesi Yapılmayan Parsellerin Toprak Özellikleri

Deneme alanında farklı uygulamaların yapılacağı parsellerde ortalama toprak organik karbon (TOC) içeriği genelde %1 civarındadır. Tüm parseller ve derinlikler dikkate alındığında TOC için VK değerleri %8,71 ile %29,08 arasında değiştiği yani az değişken ile orta değişken olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3 Çalışma sonu (2009) yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellere ait toprak özellikleri ortalama ve varyasyon katsayısı (VK)değerleri (Özgöz ve ark., 2010).

2009 otlu		1. uygulama		2. uygulama		3. uygulama		4. uygulama		5. uygulama	
		Ort	VK	Ort	VK	Ort	VK	Ort	VK	Ort	VK
TOC %	0-10	0,99	17,42	0,97	24,67	1,03	22,52	1,06	15,61	1,1	12,46
	10_20	1,05	15,14	0,99	13,54	1	8,71	0,96	14,63	1	13,8
	20-30	0,96	17,22	1,04	29,08	1,04	12,25	0,98	12,01	0,99	14,61
AS %	0-10	49,68	14,19	49,31	20,36	46,52	15,18	43,99	12,39	50,87	15,36
	10_20	49,06	18,36	54,95	17,54	47,56	19,45	48,13	14,51	55,77	16,4
	20-30	45,64	21,77	50,04	14,69	48,5	15,45	49,68	19,92	48,2	19,13
pH	0-10	8,44	1,7	8,4	2,48	8,4	2,2	8,41	1,78	8,42	1,28
	10_20	8,43	0,78	8,43	1,32	8,39	1,67	8,41	1,49	8,38	1,83
	20-30	8,41	1,07	8,38	1,24	8,46	1,32	8,45	1,33	8,45	1,8
P ppm	0-10	28,93	42,61	19,74	65,57	28,21	80,07	24,52	47,8	38,23	68,13
	10_20	19	35,2	17,26	56,54	16,91	30,95	14,29	37,65	21,64	56,44
	20-30	16,87	30,17	12,79	33,87	14,84	23,37	16,77	48,86	13,67	47,82
HA g/ cm ³	0-10	1,42	3,43	1,4	6,42	1,41	7,21	1,42	4,15	1,45	5,78
	10_20	1,42	5,89	1,37	5,91	1,44	5,21	1,41	4,1	1,49	4,68
	20-30	1,49	3,89	1,46	4,04	1,48	5,47	1,45	7,33	1,44	6,74
EC dS/m	0-10	0,35	20,6	0,5	45,67	0,4	35,95	0,39	25	0,35	11,09
	10_20	0,31	15,13	0,33	7,65	0,31	10,62	0,32	7,69	0,32	10,06
	20-30	0,3	15,67	0,31	6,6	0,37	47,54	0,31	6,78	0,31	9,08
K ppm	0-10	152,5	44,43	138,75	21,29	172,1	24,96	162,54	28,1	232,33	78,14
	10_20	133,42	15,88	126,28	30,8	123,33	23,9	117,42	18,54	124,36	22,07
	20-30	129,97	22,3	113,95	25,46	135,39	40,64	117,5	26,56	114,25	30,84

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

Agregat stabilitesi ortalama %43,99 ile %55,77 arasında değişirken VK değerleri %12,39 ile %20,36 arasında değişkenlik göstermektedir. pH ortalama değeri 8,4 ve az

değişken olarak sınıflandırılabilir. Bitkiye yarayışlı fosfor içeriği ortalama 12,79 ile 38,23 ppm arasında ve büyük bir kısmı çok değişken olarak sınıflandırılabilir. Hacim ağırlığı ortalama değeri 1,44 g/cm³ ve az değişken olarak sınıflandırılabilir. Elektriksel iletkenlik (EC) ortalama 0,3 ve 0,5 dS/m iken %6,6 ile %47,54 arasında değişkenlik göstermektedir. Potasyum ortalama değerleri 113,95 ve 232,33 ppm arasında ve %15,88 ile %78,14 arasında değişkenlik göstermektedir. (Çizelge 4.3).

4.2.1.1. Yabancı Ot Mücadelesi Yapılmayan Parsellerde Toprak Kalitesi

Toprak Amenajmanı Değerlendirme Çerçevesi (SMAF), toprak oluşum faktörlerinden ziyade insan etkisi ve amenajmanların (toprak işleme gibi) dinamik toprak kalitesi üzerine etkileri üzerine yoğunlaşmış ve arazinin belirli kullanımlara uygunluklarının belirlenmesinde (Andrews ve ark., 2004) yaygın bir şekilde kullanılmıştır.

Bu çalışmada da, hem farklı toprak işleme yöntemleri hem de yabancı ot mücadelesi şeklinde iki farklı amenajmanın toprak kalitesi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi ve silajlık mısır yetiştiriciliğinde bölgede kullanılabilir bir yöntemin belirlenmesi hedeflenmiştir. Toprak örnekleri için hesaplanan toprak kalitesi indeks değerleri ile her bir toprak işleme yöntemi için elde edilen toprak kalitesi değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerde SMAF'ın kullanımı ile hesaplanan genel toprak kalitesi indeks değerine baktığımızda 0-10 cm ve 10-20 cm derinliğindeki tüm uygulamalarda istatistiksel açıdan önemli bir fark görülmemiştir. Yüzeyde (0-10 cm) genel toprak kalitesinin en yüksek (%68.83) olduğu uygulama toprak işlesiz (Tİ) parseller ve 0-20 cm derinlikte (%67.29) kulaklı pulluk+ freze (KPF) uygulaması olmuştur. Yüzeyde toprak işlesiz parsellerde toprak kalitesi değerlerinin yüksek çıkmasının nedenleri, yüzeyde bırakılan bitki atıklarından dolayı (Şekil 4.5) organik madde de meydana gelen artış ve beraberinde agregat stabilitesinin gelişimi, banda uygulanan fosforun derine karıştırılmamasından dolayı yüzeyde fosfor birikimi, bitki atıkları ve yüzeye uygulanan potasyumlu gübrelerden dolayı bitkiye yarayışlı potasyumun diğer parsellere nazaran daha yüksek olmasıdır. Toprak kalitesindeki farklılık 20-30 cm derinliğinde %69,7 ile en yüksek skor SKPDT uygulamasında iken KPF, F ve ÇDT uygulamaları birbirlerine benzerken %67,3 ile en düşük toprak kalitesi skoru Tİ uygulamasında gözlemlenmiştir. Wienhold ve ark. (2005) uzun süreli ürün

rotasyonunun uygulandığı sekiz ayrı lokasyonda yürüttükleri bir çalışmada değerlendirmeleri SMAF kullanarak yapmışlardır. Bu projedekine nazaran daha uzun süreli çalışma sonunda, arazi yüzeyinde önemli miktarda anız bırakan azaltılmış toprak işleme yönteminin ürün rotasyonunu çeşitlenmesi ile birlikte tüm Büyük Ovalarda toprak fonksiyonunu (örn. bitki gelişiminin desteklenmesi, temel besin elementleri için depo olması, toprak içerisinden geçerken suyun depolanması ve artırılması ve bitki ve hayvan atıklarının parçalanması ve geri dönüşümünü sağlaması ile biyolojik aktiviteyi ve çeşitliliği desteklemesi gibi) geliştirdiğini rapor etmişlerdir. Bu tez çalışmasında, yüzeyde ilk 20 cm içerisinde istatistiksel olarak önemli bir değişme görülmemesinin temel nedeni uygulamanın sadece üç yıllık olması olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.4. 2009 hasat dönemi otlu parsellerine ait toprak kalitesi ve Duncan testi.

	Derinlik	1.Uyg	2. Uyg	3. Uyg	4. Uyg	5. Uyg
TOC	0-10	0,18a	0,18a	0,20a	0,21a	0,22a
	10-20	0,20a	0,18a	0,18a	0,17a	0,18a
	20-30	0,17a	0,21a	0,19a	0,17a	0,17a
AS	0-10	0,95b	0,93ab	0,93ab	0,91a	0,96b
	10-20	0,93a	0,97a	0,92a	0,94a	0,97a
	20-30	0,90a	0,95a	0,94a	0,93a	0,94a
pH	0-10	0,68b	0,57a	0,57a	0,57a	0,57a
	10-20	0,69b	0,56a	0,57a	0,57a	0,58a
	20-30	0,70b	0,58a	0,55a	0,56a	0,56a
P	0-10	0,98a	0,94a	0,95a	0,97a	0,98a
	10-20	0,96a	0,92a	0,95a	0,92a	0,96a
	20-30	0,95b	0,89ab	0,95b	0,95b	0,88a
HA	0-10	0,32a	0,35a	0,35a	0,32a	0,31a
	10-20	0,33ab	0,37ab	0,31a	0,33ab	0,28a
	20-30	0,28a	0,30a	0,29a	0,32a	0,33a
K	0-10	0,89a	0,89a	0,95ab	0,93ab	0,98b
	10-20	0,88a	0,85a	0,85a	0,84a	0,85a
	20-30	0,87a	0,82a	0,87a	0,84a	0,82a
TK	0-10	68,32a	67,41a	67,87a	67,06a	68,83a
	10-20	67,15a	67,29a	64,48a	65,30a	63,30a
	20-30	69,7b	68,1ab	68,7ab	68,3ab	67,3a

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

* Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde farklılık yoktur.



Şekil 4.5. Anıza ekim yapılan parsellerden bir görünüm

Karlen ve ark (2006) yaptığı bir çalışmaya göre Nashua da organik ve geleneksel uygulamalarında skorlanan değerlerde organik çalışma alanında AS, pH, TOC, Mikrobiyal Biyokütle Karbonu (MB-C) ve P gibi toprak kalitesi indikaötörlerine ait hesaplanan skorlar (P 0,01) önem seviyesinde birbirlerinden farklıdır. Geleneksel tarım yapılan bölgelerde AS ve TOC (sırasıyla 0.694 ve 0.515) skorlanan değerler diğer rotasyonlardan çok daha düşük skorlanmıştır. pH, MB-C ve P indikatör skorları ise rotasyon ve amenajman pratiklerinde farklı bulunmuştur (Şekil 4.7). Toprak, rotasyon ve işleme sistemi bakımından elde edilen skorlar arasında istatistiksel olarak farklılık yoktur. Geleneksel işleme yöntemi, organik atık uygulanan ve organik atık uygulanmayan parsellerde tüm Toprak Kalite İndeks değerleri (sırasıyla 5.49, 5.53, ve 5.43) arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Bireysel indikatörlerdeki ufak değişimler genel toprak kalitesi skorunu istatistiksel açıdan farklı hale getirmemiştir.

Organik madde fiziksel yapıyı olumlu yönde teşvik ettiği, toprak nem dengesini koruduğu, besin döngüsü ve biyolojik aktivitenin başlıca kaynağı olduğu için toprak kalitesine belirlemede önemli bir parametredir. Jijo (2005) yapmış olduğu bir çalışmada

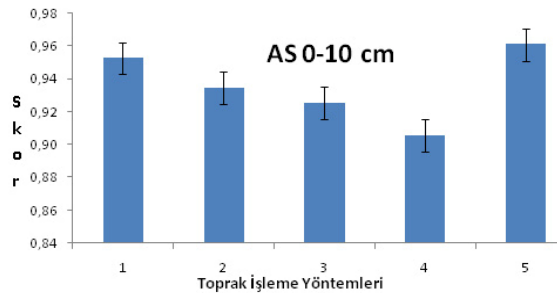
farklı toprak işleme yöntemlerinin toprak organik madde miktarına olan etkisini istatistiksel olarak önemsiz olduğunu rapor etmiştir. Bununla beraber, azaltılmış toprak işleme ve yeşil gübreleme uygulamalarının toprak yüzeyinde organik karbon miktarını hafifçe artırdığını belirtmiştir. Toplam organik karbon (TOC) skoru farklı toprak işleme yöntemleri için sırası ile 0,22 (Tİ), 0,21 (ÇDT), 0,20 (F), 0,18 (KPF) ve 0,18 (SKPDT) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). En yüksek TOC skoru, Tİ uygulamasında olmasına rağmen, farklı toprak işleme uygulamaları arasında DUNCAN gruplandırma testine göre istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Toprak işleme yapılmadan direk yapılan ekimler sonunda arazi yüzeyinde bırakılan önemli miktardaki anız, toprak yüzeyinde organik maddenin dolayısı ile TOC skorunun yükselmesine katkıda bulunmuş (Şekil 4.6), ancak sadece 3 yıl süren bu çalışma sonunda önemli düzeyde farklılık oluşturacak seviyeye ulaşamamıştır.



Şekil 4.6. Anıza ekim ve Çizel+diskli tırmık kullanılmış parsellerin görünümü

Farklı büyüklükteki organik ve inorganik bileşenler, toprakta bir araya geldiklerinde toprak agregatları artırdığı bildirilmiştir (Amezket, 1999). Toprakların organik madde içerikleri, agregat oluşumu ve stabilizasyonu ile yakından ilişkilidir ve tarımsal

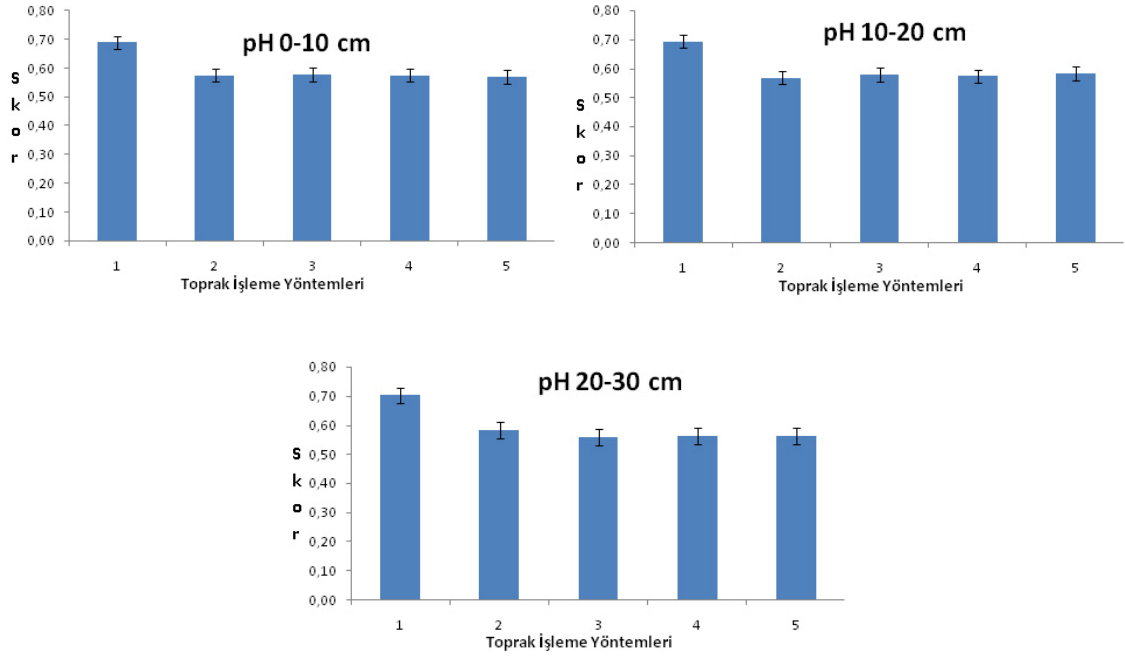
uygulamalar bu özelliklerin tamamını oldukça önemli düzeyde etkilemektedir (Six et al., 2000). Beare ve ark. (1994) toprağı parçalayarak karıştıran geleneksel toprak işleme yöntemleri ile kıyaslandığında doğrudan ekim yönteminin uygulandığı alanlarda suya dayanıklı agregat fraksiyonunun arttığı ve oluşan agregatların daha iri oldukları rapor edilmiştir. Agregat stabilitesi indeksi 10-20 cm ve 20-30 cm derinliğindeki tüm uygulamalarda homojendir, ancak 0-10 cm yüzey topraklarında 0,96'lık Tİ uygulamasıyla 0,91'lik ÇDT uygulaması arasında önemli bir farklılık oluşmuştur. Callium (2001) tarafından yapılan bir çalışmada işlemsiz tarım uygulamasının yapıldığı 0-10 cm derinliğindeki parsellerde agregat stabilitesi istatistiksel olarak geleneksel tarımın yapıldığı ve korumaya yönelik uygulamanın yapıldığı parsellere göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerin 0-10 cm derinliğindeki yüzey topraklarında, agregat stabilitesi işlemsiz tarımın yapıldığı parsellerde en yüksek skor olarak belirlenmiştir. Farklı toprak ve iklim koşulları altında yapılmış çalışmalarda, toprak işleminin parçalayıcı etkisinden dolayı geleneksel tarım yapılan arazilerde korumalı veya direk ekim yapılan arazilere göre agregat büyüklüklerinin azaldığı ve toprak agregatlarının bu koşullar altında çok fazla parçalandığı rapor edilmiştir (Pagliai ve ark., 2004; Gren ve ark., 2007; Alvaro-Fuentes ve ark., 2008).



1.Sulama+Kulaklı Pulluk+Diskli Tırmık 2.Kulaklı Pulluk + Freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli Tırmık 5.Toprak İşlemsiz
Şekil 4.7. Çalışma sonu (2009) otlı parseller için farklı toprak işleme yöntemi için agregat stabilitesi (AS) toprak indikatörü skorlarının 0-10 cm derinlikteki değişimleri.

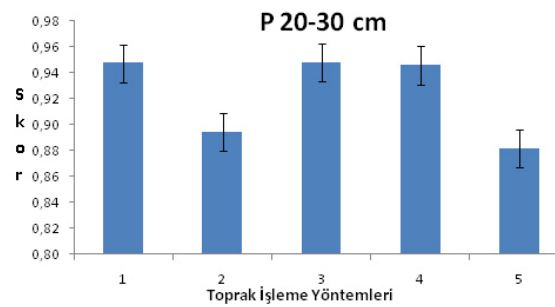
Kalite indeks değerlerinden pH her üç derinlikte SKPDT uygulamasının yapıldığı parsellerde diğer uygulamaların yapıldığı parsellere göre daha yüksektir. Follett ve Peterson (1988) yaptıkları çalışmada işlemsiz tarımın geleneksel tarıma göre yüzey topraklarında pH açısından daha düşük değerlere sahip olduğunu bildirmişlerdir (Şekil

4.8). EC skorunun 1 olduğu durumda ise Duncan testi bu parametreyi bütün uygulamalarda aynı olduğu için göz ardı etmiştir.



1.Sulama+Kulaklı Pulluk+Diskli Tırmık 2.Kulaklı Pulluk + Freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli Tırmık 5.Toprak İşlemesiz
Şekil 4.8. Çalışma sonu (2009) otlu parseller için farklı toprak işleme yöntemi için pH toprak indikatörü skorlarının her üç derinlikteki değişimleri.

Fosfor indeks değerinde 0-10 ve 10-20 cm derinliğindeki tüm uygulamalarda homojenken 20-30 cm derinliğindeki topraklarda 0,95 en yüksek değerler SKPDT, F, ÇDT uygulamalarında en düşük 0,88 ile Tİ uygulamasında görülmüştür(Şekil 4.9).

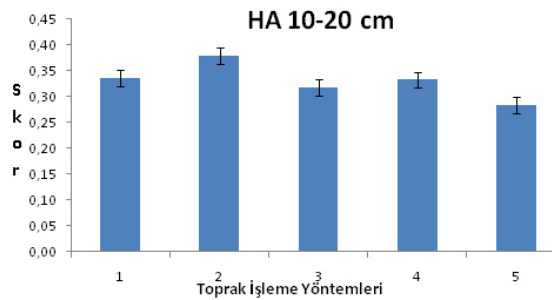


1.Sulama+Kulaklı Pulluk+Diskli Tırmık 2.Kulaklı Pulluk + Freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli Tırmık 5.Toprak İşlemesiz
Şekil 4.9. Çalışma sonu (2009) otlu parseller için farklı toprak işleme yöntemi için yarıyıllı fosfor (P) toprak indikatörü skorlarının 20-30 cm derinlikteki değişimleri.

Yabancı ot mücadelesinin yapılmadığı parsellerde hacim ağırlığı değerleri yüzeydeki ilk 0-10 cm derinlikte 1.40 g/cm³ (KPF uygulaması) ile 1.45 g/cm³ (Tİ uygulaması) arasında, 10-20 cm derinlikte 1.37 g/cm³ (KPF uygulaması) ile 1.49 g/cm³ (Tİ uygulaması) arasında ve 20-30 cm derinlikte ise 1.44 g/cm³ (Tİ uygulaması) ile 1.49 g/cm³ (SKPDT uygulaması) arasında değişmiştir (şekil 4.10). Hacim ağırlığı değerlerinin yükselmesi, HA için hesaplanan indikatör skorlarının da düşük olmasına neden olmuştur. Ancak bu değişim 0-10 cm ve 20-30 cm derinliklerinde uygulamalar için HA'nın önemli düzeyde farklılaşması anlamına gelmemiştir. Freze uygulamasının ardından ekim işlemlerinin 10-20 cm derinliğinde F uygulamasında 0,37'lik değer ile en yüksek skora Tİ uygulamasında 0,28'lik değer ile en düşük skorla uygulamalar arasında farklılık görülmüştür (Şekil 4.11).



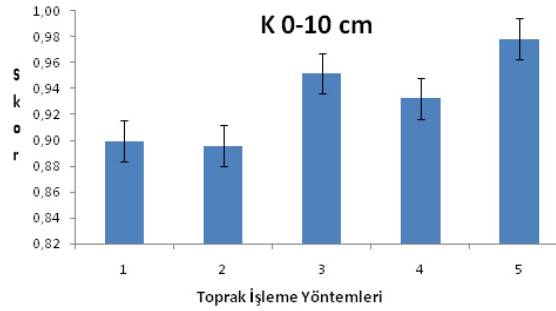
Şekil 4.10. Sulama+Kulaklı Pulluk+Diskli Tırmık uygulamasının yapıldığı parsellerden bir görünüm



1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

Şekil 4.11 Çalışma sonu (2009) otlu parseller için farklı toprak işleme yöntemi için hacim ağırlığı (HA) toprak indikatörü skorlarının 10-20 cm derinlikteki değişimleri.

Potasyum indeks değeri ise 10-20 ve 20-30 cm derinliklerinde homojenken 0-10 cm derinliğinde Tİ uygulamasında 0,98’lik değer ile en yüksek skora SKPDT ve KPF uygulamalarında 0,89’lik değer ile en düşük skorla uygulamalar arasında farklılık görülmüştür. Follett ve Peterson (1988) tarafından yapılan çalışmaya göre işlemez tarım ve azaltılmış toprak işleminin fosfor ve potasyum gibi hareketsiz elementlerin bitki kök bölgesinde korunmasına neden olduğu bildirilmiştir(Şekil 4.12).



1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemez

Şekil 4.12 Çalışma sonu (2009) otlı parseller için farklı toprak işleme yöntemi için yarıyıllı potasyum (K) toprak indikatörü skorlarının 0-10 cm derinlikteki değişimleri.

4.2.2. Yabancı Ot Mücadelesi Yapılan Parsellerde Toprak Özellikleri

Deneme alanında farklı uygulamaların yapılacağı parsellerde ortalama toprak organik karbon (TOC) içeriği genelde %1 civarındadır. Tüm parseller ve derinlikler dikkate alındığında TOC için VK değerleri ortalama %8,55 ile %20,39 arasında değiştiği görülmektedir. Agregat stabilitesi için ise % 43,03 ile 50,07 ortalama arasında ve %13,34 ve % 25,61 arasında değişkenlik göstermektedir. pH ortalama değeri 8,4 ve az değişken olarak sınıflandırılabilir.

Çizelge 4.5 Çalışma sonu (2009) yabancı ot mücadelesi yapılan parsellere ait toprak özellikleri ortalama ve varyasyon katsayısı (CV) değerleri (Özgöz ve ark., 2010).

2009 otsuz		1. uygulama		2. uygulama		3. uygulama		4. uygulama		5. uygulama	
		Ort	CV	Ort	CV	Ort	CV	Ort	CV	Ort	CV
TOC %	0-10	0,95	18,18	0,95	12,96	0,98	12,74	1,02	8,55	1,01	14,07
	10_20	0,98	13,17	1	10,08	1,04	12,89	1	13,26	0,91	14,24
	20-30	0,91	12,85	0,95	13,32	1,04	20,39	0,95	13,3	0,98	17,11
AS %	0-10	45,09	18,2	44,89	18,05	43,03	15,18	47,08	15,71	45,74	22,49
	10_20	50,07	16,86	44,74	19,72	49,2	20,3	47,95	18,24	47,76	13,34
	20-30	45,47	15,1	43,88	14,31	47,1	25,61	46,46	16,92	48,83	23,33
pH	0-10	8,47	1,6	8,39	2,48	8,41	1,86	8,36	1,13	8,42	1,73
	10_20	8,48	1,1	8,39	1,92	8,43	1,54	8,42	1,31	8,41	1,78
	20-30	8,45	1,02	8,4	1,19	8,42	1,1	8,42	1,33	8,43	0,73
P ppm	0-10	26,58	59,15	35,19	64,07	23,52	42,12	30,29	84,77	42,45	75,66
	10_20	19,98	37,25	18,76	78,23	20,91	42,73	16,14	59,94	22,84	63,7
	20-30	23,95	99,39	13,41	36,72	15,61	37,3	12,73	19,25	15,24	45
HA g/ cm ³	0-10	1,45	4,87	1,4	4,02	1,43	4,1	1,39	6,05	1,48	3,05
	10_20	1,45	5,01	1,45	3,77	1,46	5,07	1,42	6,02	1,45	3,63
	20-30	1,49	3,83	1,47	1,86	1,5	3,86	1,46	5,09	1,48	3,58
EC dS/m	0-10	0,42	28,48	0,45	35,14	0,39	27,93	0,4	27,54	0,41	38,07
	10_20	0,3	8,37	0,31	18,21	0,31	11,83	0,32	10,17	0,34	15,37
	20-30	0,31	6,43	0,31	9,06	0,32	7,73	0,32	9,96	0,33	8,59
K ppm	0-10	194,44	92,56	153,18	22,41	193,79	28,78	185,24	49,99	222,82	84,81
	10_20	140,54	24,9	137,47	32,83	149,75	35,1	139,4	21,32	117,67	28,71
	20-30	138,27	34,33	123,65	22,52	121,13	21,02	132,21	43,3	112,08	23,4

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

Fosfor ortalama değerleri 12,73 ile 42,45 ppm arasında ve büyük bir kısmı çok değişken olarak sınıflandırılabilir. Hacim ağırlığı ortalama değerleri 1,39 ile 1,5 g/cm³ ve az değişken olarak sınıflandırılabilir. EC ortalama 0,3 ve 0,45 ds/m iken %6,43 ile %38,07 arasında değişkenlik göstermektedir. Potasyum ortalama değerleri 112,08 ve 222,82 ppm arasında ve %21,02 ve %92,56 arasında değişkenlik göstermektedir. (Çizelge 4.5).

4.2.2.1. Yabancı Ot Mücadelesi Yapılan Parsellerde Toprak Kalitesi

Tüm alandan bu örnekler için hesaplanan toprak kalitesi indeks değerleri ile toprak kalitesi değerleri Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Yabancı ot mücadelesi yapılan parsellerde genel toprak kalitesi indeks değerine baktığımızda 0-10 ve 10-20 cm derinliğindeki tüm

uygulamalarda istatistiksel açıdan önemli bir fark görülmemiştir. Toprak kalitesindeki farklılık 20-30 cm derinliğinde %69,8 ile en yüksek skor SKPDT uygulamasında, F ve ÇDT uygulamaları birbirlerine benzerken sırasıyla %67,0 ve %66,9 ile en düşük toprak kalitesi skoru Tİ ve KPF uygulamalarda gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.6. 2009 hasat dönemi otsuz parsellerine ait toprak kalitesi ve Duncan testi.

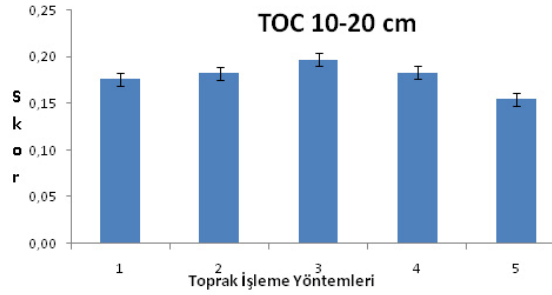
	Derinlik	1.Uyg	2. Uyg	3. Uyg	4. Uyg	5. Uyg
TOC	0-10	0,17a	0,16a	0,17a	0,18a	0,18a
	10-20	0,17ab	0,18ab	0,19b	0,18ab	0,15a
	20-30	0,15a	0,16a	0,20a	0,16a	0,17a
AS	0-10	0,90a	0,90a	0,89a	0,93a	0,90a
	10-20	0,95a	0,90a	0,93a	0,92a	0,94a
	20-30	0,92a	0,90a	0,91a	0,92a	0,92a
pH	0-10	0,68b	0,58a	0,57a	0,58a	0,57a
	10-20	0,68b	0,58a	0,56a	0,56a	0,57a
	20-30	0,69b	0,57a	0,56a	0,56a	0,56a
P	0-10	0,97a	0,96a	0,97a	0,96a	0,98a
	10-20	0,97b	0,92a	0,97b	0,92a	0,95ab
	20-30	0,96a	0,90a	0,93a	0,92a	0,91a
HA	0-10	0,30ab	0,34bc	0,31abc	0,36c	0,28a
	10-20	0,30a	0,30a	0,30a	0,32a	0,30a
	20-30	0,27a	0,28a	0,27a	0,30a	0,28a
K	0-10	0,91a	0,92a	0,97a	0,94a	0,97a
	10-20	0,89a	0,87a	0,9a	0,89a	0,83a
	20-30	0,87a	0,85a	0,85a	0,86a	0,82a
TK	0-10	67,16a	67,66a	67,24a	69,45a	67,06a
	10-20	67,02a	63,69a	66,21a	65,93a	64,77a
	20-30	69,8b	66,9a	67,7ab	67,8ab	67,0a

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

* Satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde farklılık yoktur.

Kalite indikatörlerinden TOC skoru 0-10 ve 20-30 cm derinliğindeki tüm uygulamalarda homojendir. Ancak 10-20 cm derinliğinde uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bir fark oluşmuş ve TOC skoru 0,19 (F uygulaması) ile 0,15 (Tİ uygulaması) arasında değişmiştir (Şekil 4.13). Karlen ve ark. (1994) 12 yıllık toprak işlemenin toprak kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları makalelerinde toplam N konsantrasyonunun işlemesiz tarımda (3.0 mg/cm^3) çizel (1.6 mg/cm^3) ve kulaklı pulluğa oranla (1.5 mg/cm^3) yaklaşık iki katı olduğu bildirilmiştir. Toprak işleme agregat stabilitesi tahribi ve havalanmayı artırdığı için organik madde kayıplarını artırmaktadır. Ancak işlemenin etkileri yapılan uygulamalara bağlı olarak değişmektedir. Koruyucu toprak işleme sistemlerinin uygulanması topraktaki organik

materyalleri artmasına neden olur (Doran, 1987). Yaptığımız çalışmada organik madde miktarının uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir. Bunun temel nedeninin çalışmanın üç yıl gibi kısa bir sürede tamamlanmış olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.



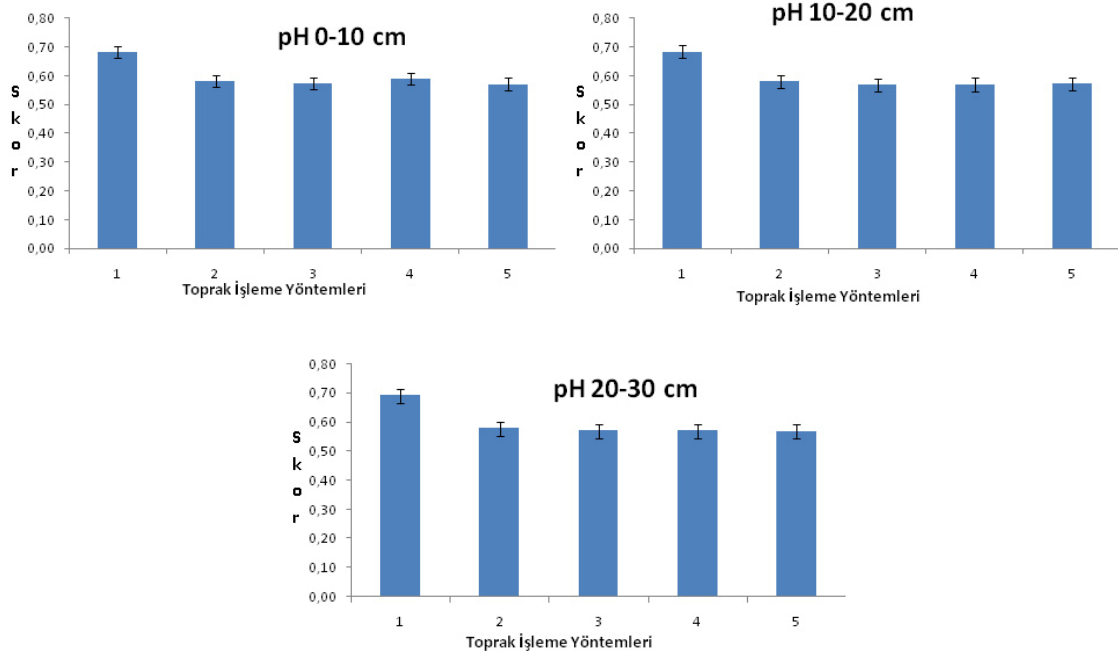
1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

Şekil 4.13. Çalışma sonu (2009) otsuz parseller için farklı toprak işleme yöntemi için toplam organik karbon (TOC) toprak indikatörü skorlarının 10-20 cm derinlikteki değişimleri.

Agregat stabilitesi ve potasyum indeks değerleri tüm uygulamalar açısından homojendir. Yoğun toprak işleme strüktür yapısını bozmakta ve organik madde kayıplarını artırmaktadır. Yoğun toprak işleme agregat stabilitesinde azalmaya neden olurken azaltılmış toprak işleme agregat stabilitesini muhafazası ve gelişimine neden olmaktadır (Havlin ve ark., 1990). Jijo (2005) yapmış olduğu çalışmada azaltılmış toprak işleme uygulamasının organik madde miktarını bir miktar artırdığı ama agregat stabilitesinde önemli bir artışın olmadığını gözlemlemiştir. Bu çalışmada da yabancı ot mücadelesi yapılan parsellerde toprak işlemenin agregat stabilitesi üzerine istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmadığı görülmüştür.

Toprakta bitkisel üretim için en önemli kimyasal özelliklerin başında gelen toprak pH'sı 0-10 cm'de 8.36 (ÇDT uygulaması) ile 8.47 (SKPDT uygulaması) arasında, 10-20 cm derinliğinde 8.41 (Tİ uygulaması) ile 8.48 (SKPDT uygulaması) arasında ve 20-30 cm derinlikte 8.40 (KPF uygulaması) ile 8.45 (SKPDT uygulaması) arasında değişmiştir. Her üç toprak derinliğinde de SKPDT uygulamasının yapıldığı parsellerdeki toprak pH'sının indikatör değeri parsellerde diğer uygulamaların yapıldığı parsellere göre daha yüksek (Çizelge 4.6 ve Şekli 4.14) ve istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P < 0.05$) farklı bulunmuştur. Toprağın tuzluluğunun göstergesi olan elektiriksel iletkenlik (EC) önemli

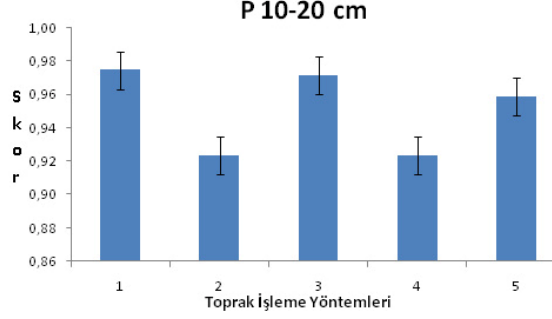
bir toprak kalitesi indikaötürüdür. Ancak çalışma alanında EC değeri hiçbir uygulamada bitki gelişimini sınırlayacak kadar yüksek olmadığından, EC için hesaplanan indikatör skoru da 1.00 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6).



1.Sulama+Kulaklı Pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı Pulluk + Freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

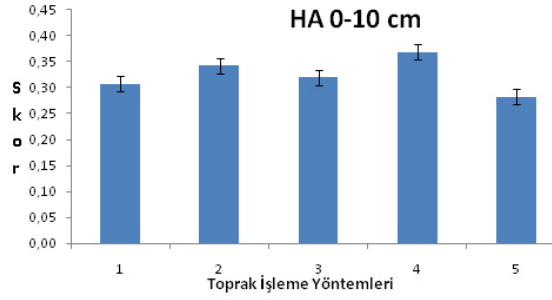
Şekil 4.14 Çalışma sonu (2009) otsuz parseller için farklı toprak işleme yöntemi için pH toprak indikatörü skorlarının her üç derinlikteki değişimleri.

Çalışma boyunca, mısır bitkisi için fosforlu gübre uygulaması yapılan toprak analizleri sonuçlarına göre tüm araziye eşit miktar gübrenin uygulanması şeklinde yapılmıştır. Fosfor indeks değerinde 0-10 ve 20-30 cm derinliğindeki tüm uygulamalarda homojenken 10-20 cm derinliğindeki topraklarda 0,97 ile en yüksek değerler SKPDT ve F uygulamalarında, en düşük skorlar ise 0,92 ile KPF ve ÇDT uygulamalarında görülmüştür (Çizelge 4.6 ve Şekli 4.15). Fosfor, diğer besin elementlerine göre toprakta daha hareketsiz olan bir besin elementidir ve bu çalışmada olmak üzere tohumun yan tarafına hemen hemen aynı derinliğe gelecek şekilde banda uygulanır. Toprak işlemenin yapılmadığı parselde yüzeyde ilk 0-10 cm derinlikte fosfor içeriğinin 42.45 ppm gibi oldukça yüksek bir değerde olmasının nedeni toprağın karıştırılmamasıdır (Çizelge 4.5). Mısır kazık kök sistemine sahip olduğundan dolayı toprağın yüzeyinde bulunan fosfordan yeterince faydalanamamaktadır. Bu yüzden ilk 10 cm içersindeki ortalama fosfor indeks değeri de 0.98 gibi oldukça yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.6).



1.Sulama+Kulaklı Pulluk+Diskli Tırmık 2.Kulaklı Pulluk + Freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli Tırmık 5.Toprak İşlemesiz
Şekil 4.15. Çalışma sonu (2009) otsuz parseller için farklı toprak işleme yöntemi için yarıyışlı fosfor (P) toprak indikatörü skorlarının 10-20 cm derinlikteki değişimleri.

Yabancı ot mücadelesi yapılan ve farklı toprak işleme uygulamaları uygulanan parsellerin 10-20 cm ve 20-30 cm derinliklerinde hacim ağırlığı indeks değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Bununla birlikte 0-10 cm derinliğinde HA indikatörleri için hesaplanan kalite skorları birbirlerinden önemli derecede ($P < 0.05$) farklı bulunmuştur (Çizelge 4.6 ve Şekli 4.16). Sadece freze uygulaması yapılan parsellerde ortalama 1.39 g/cm^3 olan hacim ağırlığı değeri için HA skoru 0,36 olarak bulunurken, toprak işlemenin yapılmadığı parsellerde ortalama 1.48 g/cm^3 olan HA skoru 0,28 olarak hesaplanmıştır. Callum (2001) yaptığı çalışmaya göre toprak işlemesiz tarımın uygulandığı parsellerde hacim ağırlığının geleneksel işleme yöntemlerinin yapıldığı parsellere göre istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek çıktığını belirtilmiştir. Tebrügge ve Düring (1999) ve Lipiec ve ark. (2006)'da, geleneksel tarımdan direk ekim yöntemine geçilen arazilerde azalan toprak işleme yoğunluğundan dolayı toprağın üst kısmında hacim ağırlığında artış olduğunu rapor etmişlerdir. İşlemesiz tarım uygulamasının yapıldığı parsellerin yüzey topraklarındaki hacim ağırlığındaki artış işleme eksikliğinden dolayıdır. Bundan nedenle de yabancı ot mücadelesinin yapıldığı parsellerde hacim ağırlığına ait en düşük skorlar işlemesiz tarımın yapıldığı parsellerde olduğu belirlenmiştir.



1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

Şekil 4.16. Çalışma sonu (2009) otsuz parseller için farklı toprak işleme yöntemi için HA toprak indikatörü skorlarının 0-10 cm derinlikteki değişimleri.

4.3. Deneme Öncesi ve Sonrası Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprak Kalitesine Etkilerinin Karşılaştırılmaları

Çalışmada uygulanan beş farklı toprak işleme yönteminin yabancı ot mücadelesi yapılan ve yapılmayan deneme parsellerindeki toprağın kalite indikatörleri ve genel toprak kalitesi üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki yapıp yapmadığını anlayabilmek için eşleştirilmiş t-testi yapılmıştır. Her bir derinlikteki toprak için t-testi ayrı ayrı yapılmış ve Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Çizelge 4.10, Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12 de verilmiştir. Üç yıl süren deneme sonunda deneme başlangıcına göre yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerin 0-10 cm derinliklerinde uygulanan tüm toprak işleme yöntemlerinde toplam organik karbon (TOC) indikatörü için hesaplanan değerlerde artış gözlemlenmiştir. Ancak eşleştirilmiş t-testi sonuçlarına göre bu artış freze uygulaması yapılan parsellerin haricinde istatistiksel olarak önemli görülmemektedir (Çizelge 4.7). Deneme süresince Şekil 4.3 ve 4.4’de görüldüğü gibi yoğun bir yabancı ot popülasyonunun geliştiği parsellerde toprağa katılan organik madde TOC’nin artışının en önemli nedenlerinden bir tanesidir. Bunun yanında özellikle azaltılmış toprak işleme yöntemleri olarak kabul edilen freze (F), çizel+diskli tırmık (ÇDT) ve direk ekim (Tİ) yöntemlerinde bitki atıklarının önemli bir kısmının arazinin yüzeyinde bırakılıyor olması da bu uygulamalarda zaman içerisinde TOC değerinin artışına neden olmuştur. TOC indikatöründe artış olmasına rağmen suya dayanıklı agregatların göstergesi (AS) olan indikatör değerinde uygulamaların çoğunluğunda azalma meydana gelmiştir. Bu azalma, toprağı devirerek işleyen pulluk uygulamasının ardından parçalayan frezenin kullanıldığı kulaklı pulluk+freze uygulamasında (KPF) 0.98’den 0.93’e inerek istatistiksel olarak önemli düzeye ulaşmıştır.

Hacim ağırlığı indikatörünün skorlanmasında “daha yüksek daha kötüdür” şeklinde bir algoritma bulunmaktadır. Yani, hacim ağırlığının artması skorun düşmesine neden olmaktadır. Zira hacim ağırlığının artması, köklerin derine inmesini ve bitki besin elementleri ile sudan yararlanmasını olumsuz etkileyeceği gibi, suyun hareketini ve toprağın havalanmasını da olumsuz yönde etkileyecektir. Hacim ağırlığı indikatörüne ait skor sadece freze uygulamasının olduğu parsellerde bir artış göstermiş, diğer tüm parsellerde ise ya değişmemiş veya azalmıştır.

Çizelge 4.7. Yüzey topraklarının (0-10 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otlu parsellerin homojenlik (Duncan) testi.

0-10 cm	Dönem	1.Uyg	2. Uyg	3. Uyg	4. Uyg	5. Uyg
TOC	2007	0,16	0,17	0,16	0,17	0,17
	2009-otlu	0,18	0,18	0,20	0,21	0,22
	t-test	öd	öd	*	öd	öd
AS	2007	0,93	0,98	0,97	0,93	0,96
	2009-otlu	0,95	0,93	0,93	0,91	0,96
	t-test	öd	*	öd	öd	öd
HA	2007	0,32	0,38	0,32	0,34	0,33
	2009-otlu	0,32	0,35	0,35	0,32	0,31
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd
P	2007	0,96	0,96	0,92	0,96	0,93
	2009-otlu	0,98	0,94	0,95	0,97	0,98
	t-test	öd	öd	öd	öd	*
K	2007	0,89	0,79	0,86	0,86	0,88
	2009-otlu	0,89	0,89	0,95	0,93	0,98
	t-test	öd	*	*	*	*
pH	2007	0,77	0,65	0,65	0,67	0,65
	2009-otlu	0,68	0,57	0,57	0,57	0,57
	t-test	*	*	**	**	**
TK	2007	72,0	70,7	69,7	70,4	70,3
	2009-otlu	68,3	67,4	67,9	67,1	68,8
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

*P<0.05 düzeyinde farklılık önemlidir **P<0.01 düzeyinde farklılık önemlidir **öd**: önemli değil

Uzun vadede organik maddedeki artışın doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işlemenin olduğu parsellerde agregat oluşumunu teşvik etmesi ve dolaylı olarak hacim ağırlığını düşürmesi beklenebilir. Ancak bu kısa sürede her ne kadar TOC değerinde bir artış görülse de bu artış agregat oluşumuna ve dolayısı ile hacim ağırlığına yansımamıştır.

Doğrudan ekim yapılan ve toprağın karıştırılmadığı parsellerde, bitkiye yarayışlı fosforun yüzeyde birikiminden dolayı, fosfor indikatörünün değeri önemli düzeyde ($P<0.05$) artış göstermiştir. İstatistiksel olarak önemli olmasada, geleneksel yöntem olan KPF’de P indikatör değerinde bir azalma ve yöntemlerde artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4.7).

Toprak indikatörleri içersinde ilk 10 cm içinde tüm toprak işleme uygulamalarında istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma gösteren tek indikatör, toprak pH’sı indikatörü olmuştur. Toprak pH indikatöründeki azalma, geleneksel toprak işleme yöntemleri olan SKPDT ve KPF uygulamalarında $P<0.05$ ve azaltılmış toprak işleme yöntemleri (F ve ÇDT) ve direk ekimde $P<0.01$ düzeyinde olmuştur (Çizelge 4.7).

Çalışma alanında, gübrelemede verilecek besin elementlerinin çeşidi ve miktarına yapılan toprak analiz sonuçları esas alınarak karar verilmiştir. Toprak analizleri neticesinde toprakların potasyum açısından, silajlık mısır için istenen verimi elde etmeye yetecek düzeyde olmadığı tespit edildiğinden, potasyum potasyum nitrat şeklinde üst gübre olarak verilmiştir. Yarayışlı potasyum indikatörü için hesaplanan değer SKPDT uygulamasının dışındaki tüm uygulamalarda istatistiksel olarak önemli düzeyde artış göstermiştir. Bu artış, toprağın karıştırılmadığı direk ekim yönteminde 0.88’den 0.98’e olmuş ve önem düzeyi de $P<0.05$ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Bireysel indikaötür değerinin bir kısmında yıllar arasında farklılıklar bulunsada bu farklılık genel toprak kalitesini değiştirmeye yetmemiştir. Özellikle pH ve HA skorlarındaki azalmanın etkisi ile 2009 hasat döneminde başlangıç değerlere göre istatistiksel olarak önemli olmamakla beraber azalmalar olmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8. Yüzey topraklarının (0-10 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otsuz parsellerin homojenlik (Duncan) testi.

0-10 cm	Dönem	1.Uyg	2. Uyg	3. Uyg	4. Uyg	5. Uyg
TOC	2007	0,16	0,17	0,16	0,17	0,17
	2009-otsuz	0,17	0,16	0,17	0,18	0,18
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd
AS	2007	0,93	0,98	0,97	0,93	0,96
	2009-otsuz	0,90	0,90	0,89	0,93	0,90
	t-test	öd	öd	*	öd	öd
HA	2007	0,32	0,38	0,32	0,34	0,33
	2009-otsuz	0,30	0,34	0,31	0,36	0,28
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd
P	2007	0,96	0,96	0,92	0,96	0,93
	2009-otsuz	0,97	0,96	0,97	0,96	0,98
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd
K	2007	0,89	0,79	0,86	0,86	0,88
	2009-otsuz	0,91	0,92	0,97	0,94	0,97
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd
pH	2007	0,77	0,65	0,65	0,67	0,65
	2009-otsuz	0,68	0,58	0,57	0,58	0,57
	t-test	**	*	**	*	*
TK	2007	72,0	70,7	69,7	70,4	70,3
	2009-otsuz	67,16	67,66	67,24	69,45	67,06
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

*P<0.05 düzeyinde farklılık önemlidir

**P<0.01 düzeyinde farklılık önemlidir öd: önemli değil

Çalışma alanında, tüm toprak işleme uygulamalarının uygulandığı parsellerin yarısına herbisit uygulaması yapılmış ve yabancı otlar yok edilmiştir. Yabancı otların yok edildiği “otsuz” parsellerin 10-20 cm derinliğinde TOC skorları başlangıca göre sadece KPF uygulamasında istatistiksel olarak önemli olmayan bir azalmaya neden olmuş ancak diğer tüm parsellerde istatistiksel açıdan önemsiz artışa neden olmuştur (Çizelge 4.9). TOC skorunun aksine, AS skoru ÇDT uygulamasında değişmemiş, freze uygulamasında ise istatistiksel olarak önemli düzeyde (0,97’den 0,89’e) azalma göstermiştir. Toprak pH’sı indikatörü’de yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerde olduğu gibi başlangıca göre istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma göstermiştir.

Çalışma sonunda otsuz parsellerde P, HA, K ve genel toprak kalitesi indeks değerinde artma veya azalmalar olmuştur. Ancak bu kalite değerlerindeki değişkenliğin hiçbirisi istatistiksel olarak önemli düzeyde gerçekleşmemiştir (Çizelge 4.8).

Özgöz ve ark. (2011) Kazovada yaptıkları çalışmada tarım arazisi ve mera arazisinin toprak kalitesi açısından karşılaştırılmış mera arazisinin %73, tarım arazisinin %71 potansiyelde fonksiyon gösterdiği bildirilmektedir. Yabancı ot mücadelesinin yapılmadığı parseller ile yapılan parsellerin arasında yüzey toprağının toprak kalitesi değerleri açısından istatistiksel olarak önemli bir fark olmamakla birlikte yabancı ot mücadelesinin yapılmadığı parsellerde toprak kalitesi değerinin hafifce yüksek olduğu görülmüştür.

Yüzeydeki TOC değişimine benzer bir şekilde 10-20 cm derinliğinde de, farklı toprak işleme uygulamalarını yapıldığı parsellerin ortalama TOC skorlarında değişim görülmeyen ÇDT uygulaması hariç istatistiksel olarak önemli olmayan artışlar görülmüştür (Çizelge 4.9). Agregat stabilitesi skoru SKPDT ve ÇDT uygulamalarında istatistiksel olarak ($P<0.05$) önem seviyesinde bir azalma gözlemlenmiş, KPF ve F uygulamaları istatistiksel açıdan önemsiz bir azalma gözlemlenirken Tİ uygulamasında önemsiz bir artış bulunmaktadır. pH indikatörü için yaklaşık olarak yüzey toprağına benzemektedir. Çalışma sonunda otlu parsellerde P, HA ve K indeks değerinde istatistiksel olarak ($P<0.05$) önem seviyesinde bir değişim gözlemlenmemiştir. Yapılan tüm uygulamalar genel toprak kalitesi indeks değerlerini düşürmüştür yalnızca F uygulaması ($P<0.01$) önem seviyesinde ve ÇDT uygulaması ($P<0.05$) önem seviyesinde azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Yüzey altı topraklarının (10-20 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otlu parsellerin homojenlik (Duncan) testi.

10-20 cm	Dönem	1.Uyg	2. Uyg	3. Uyg	4. Uyg	5. Uyg
TOC	2007	0,16	0,17	0,17	0,18	0,16
	2009-otlu	0,20	0,18	0,18	0,17	0,18
t-test		öd	öd	öd	öd	öd
AS	2007	1,00	0,98	0,98	1,00	0,95
	2009-otlu	0,93	0,97	0,92	0,94	0,97
t-test		*	öd	öd	*	öd
pH	2007	0,76	0,67	0,69	0,67	0,66
	2009-otlu	0,69	0,56	0,57	0,57	0,58
t-test		*	**	**	**	**
P	2007	0,96	0,93	0,97	0,96	0,97
	2009-otlu	0,96	0,92	0,95	0,92	0,96
t-test		öd	öd	öd	öd	öd
HA	2007	0,28	0,32	0,31	0,30	0,32
	2009-otlu	0,33	0,37	0,31	0,33	0,28
t-test		öd	öd	öd	öd	öd
K	2007	0,89	0,85	0,85	0,80	0,77
	2009-otlu	0,88	0,85	0,85	0,84	0,85
t-test		öd	öd	öd	öd	öd
TK	2007	72,9	70,3	70,9	70,2	69,0
	2009-otlu	67,15	67,29	64,48	65,30	63,30
t-test		öd	öd	**	*	öd

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

*P<0.05 düzeyinde farklılık önemlidir

**P<0.01 düzeyinde farklılık önemlidir öd: önemli değil

Çalışma sonunda otsuz parsellerde TOC, P, HA ve genel toprak kalitesi indeks değerinde artma veya azalmalar olmuştur. Ancak bu kalite değerlerindeki değişkenliğin hiçbirisi istatistiksel olarak önemli düzeyde gerçekleşmemiştir (Çizelge 4.10). pH indikatörü için yaklaşık olarak yüzey toprağına benzemektedir. Agregat stabilitesi indeks değerinde SKPDT uygulamasında (P<0.05) düzeyinde bir artış olurken KPF ve ÇDT uygulamalarında (P<0.05) düzeyinde azalma olmuştur. Potasyum indikatörü için KPF ve F uygulamaları (P<0.05) önem seviyesinde bir artış göstermiştir, ÇDT ve Tİ uygulamaları (P<0.01) önem seviyesinde artış göstermiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Yüzey altı topraklarının (10-20 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otsuz parsellerin homojenlik (Duncan) testi.

10-20 cm	Dönem	1.Uyg	2. Uyg	3. Uyg	4. Uyg	5. Uyg
TOC	2007	0,16	0,17	0,17	0,18	0,16
	2009-otsuz	0,17	0,18	0,19	0,18	0,15
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd
AS	2007	1,00	0,98	0,98	1,00	0,95
	2009-otsuz	0,95	0,90	0,93	0,92	0,94
	t-test	*	*	*	*	öd
pH	2007	0,77	0,65	0,65	0,67	0,65
	2009-otsuz	0,68	0,58	0,56	0,56	0,57
	t-test	*	**	*	**	**
P	2007	0,96	0,93	0,97	0,96	0,97
	2009-otsuz	0,97	0,92	0,97	0,92	0,95
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd
HA	2007	0,28	0,32	0,31	0,30	0,32
	2009-otsuz	0,30	0,30	0,30	0,32	0,30
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd
K	2007	0,89	0,85	0,85	0,80	0,77
	2009-otsuz	0,89	0,87	0,9	0,89	0,83
	t-test	öd	*	*	**	**
TK	2007	72,9	70,3	70,9	70,2	69,0
	2009-otsuz	67,02	63,69	66,21	65,93	64,77
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

*P<0.05 düzeyinde farklılık önemlidir

**P<0.01 düzeyinde farklılık önemlidir öd: önemli değil

Deneme alanı yabancı ot ilacı uygulanmamış parsellerin deneme öncesi ile kıyaslanmasında TOC indikatörü yalnızca KPF uygulamasında istatistiksel olarak diğer uygulamadan farklılık göstermiştir. Agregat stabilitesi indikatörü tüm uygulamalarda azalma gözlemlenmekte fakat SKPDT ve ÇDT uygulamalarında istatistiksel olarak ($P<0.05$) önem seviyesinde azalma olmuştur. pH açısından KPF uygulaması ($P<0.05$) önem seviyesinde azalma gösterirken diğer uygulamalarda ($P<0.01$) önem seviyesinde azalma gözlemlenmiştir. Fosfor indikatörü SKPDT, F ve ÇDT uygulamalarında önemsiz bir artış varken Tİ uygulamasında önemsiz bir azalma görülmüş ve KPF uygulamasında ($P<0.05$) önem seviyesinde bir azalma görülmüştür. Potasyum indikatöründe yapılan uygulamalar farklılık oluşturmuş ama bu farklılıkların KPF uygulaması açısından ($P<0.05$) önem seviyesinde ve ÇDT uygulaması ($P<0.01$) önem seviyesinde artırdığı gözlemlenmiştir. Bireysel indikatörlerde bu kadar farklılıklar

oluşurken toprak kalitesi skorunda istatistiksel açıdan önemsiz farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Yüzey altı topraklarının (20-30 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otlı parsellerin homojenlik (Duncan) testi.

20-30 cm	Dönem	1.Uyg	2. Uyg	3. Uyg	4. Uyg	5. Uyg
TOC	2007	0,15	0,14	0,17	0,16	0,15
	2009-otlu	0,17	0,21	0,19	0,17	0,17
t-test		öd	*	öd	öd	öd
AS	2007	0,96	0,98	0,97	0,98	0,96
	2009-otlu	0,90	0,95	0,94	0,93	0,94
t-test		*	öd	öd	*	öd
pH	2007	0,76	0,64	0,64	0,64	0,66
	2009-otlu	0,70	0,58	0,55	0,56	0,56
t-test		**	*	**	**	**
P	2007	0,91	0,97	0,93	0,91	0,95
	2009-otlu	0,95	0,89	0,95	0,95	0,88
t-test		öd	*	öd	öd	Öd
HA	2007	0,31	0,31	0,28	0,28	0,28
	2009-otlu	0,28	0,30	0,29	0,32	0,33
t-test		öd	öd	öd	öd	öd
K	2007	0,86	0,76	0,84	0,78	0,84
	2009-otlu	0,87	0,82	0,87	0,84	0,82
t-test		öd	*	öd	**	öd
TK	2007	70,4	69,7	69,2	67,9	69,3
	2009-otlu	69,7	68,1	68,7	68,3	67,3
t-test		öd	öd	öd	öd	öd

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

*P<0.05 düzeyinde farklılık önemlidir

**P<0.01 düzeyinde farklılık önemlidir öd: önemli değil

Deneme alanı yabancı ot ilacı uygulanmış parsellerin deneme öncesi ile kıyaslanmasında TOC indikatörüne ait skorlarda, SKPDT uygulaması haricindeki diğer uygulamalarda bir miktar artış olmuştur. Ancak bu artış istatistiksel açıdan önemsiz sayılabilecek düzeydedir. Agregat stabilitesi indikatöründe ise tüm uygulamalarda skor değeri düşmüştür ve yalnızca KPF ve ÇDT uygulamaları deneme öncesine göre istatistiksel olarak ($P<0.05$) önem seviyesinde azalmıştır. Toprak pH indikatörü skoru da yabancı otlı parseldeki uygulamalarla benzer bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.12). Fosfor indikatörü için KPF uygulamasında ($P<0.05$) önem seviyesinde azalma görülmektedir. Hacim ağırlı indikatörü değerinde uygulamalar açısından farklılık vardır ama bu farklılık istatistiksel açıdan önemli seviyede bulunmamıştır. Potasyum indikatöründe Tİ uygulaması hariç tüm uygulamalarda bir artış vardır fakat KPF ve

ÇDT uygulamaları ($P<0.05$) önem seviyesinde artış göstermiştir. Tüm uygulamalar açısından toprak kalitesi indeks değerleri düşmüştür fakat KPF ve Tİ uygulamalarında ($P<0.05$) önem seviyesinde azalma görülmüştür (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Yüzey altı topraklarının (20-30 cm) 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otsuz parsellerin homojenlik (Duncan) testi.

20-30 cm	Dönem	1.Uyg	2. Uyg	3. Uyg	4. Uyg	5. Uyg
TOC	2007	0,15	0,14	0,17	0,14	0,15
	2009-otsuz	0,15	0,16	0,20	0,16	0,17
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd
AS	2007	0,96	0,98	0,97	0,98	0,96
	2009-otsuz	0,92	0,90	0,91	0,92	0,92
	t-test	öd	*	öd	*	öd
pH	2007	0,76	0,64	0,64	0,64	0,66
	2009-otsuz	0,69	0,57	0,56	0,56	0,56
	t-test	**	*	**	**	**
P	2007	0,91	0,97	0,93	0,91	0,95
	2009-otsuz	0,96	0,90	0,93	0,92	0,91
	t-test	öd	*	öd	öd	öd
HA	2007	0,31	0,31	0,28	0,28	0,28
	2009-otsuz	0,27	0,28	0,27	0,30	0,28
	t-test	öd	öd	öd	öd	öd
K	2007	0,86	0,76	0,84	0,78	0,84
	2009-otsuz	0,87	0,85	0,85	0,86	0,82
	t-test	öd	*	öd	*	öd
TK	2007	70,0	69,7	69,2	67,9	69,3
	2009-otsuz	69,8	66,9	67,7	67,8	67,0
	t-test	öd	*	öd	öd	*

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

* $P<0.05$ düzeyinde farklılık önemlidir

** $P<0.01$ düzeyinde farklılık önemlidir öd: önemli değil

Çalışmanın bu bölümünde, toprak işleme uygulamalarının 0-30 cm derinliğinin tamamına olan etkisini görmek amacı ile değerlendirmeler yapılmıştır. Farklı derinlikleri esas almadan deneme alanında yabancı ot ilacı uygulanmamış parsellerin deneme öncesi ile kıyaslanmasında TOC indikatörü değerinin tüm uygulamalarda arttığı görülmüştür. TOC indikatöründeki bu artış, SKPDT, F ve Tİ uygulamalarında $P<0,05$ düzeyinde önemlidir. Agregat stabilitesi indikatörü SKPDT ve ÇDT uygulamalarının olduğu parsellerde $P<0,05$ düzeyinde azalmıştır. Toprak işlemesiz ekim yönteminde ise istatistiksel olarak önemsiz olan bir artış elde edilmiştir. Ortalama toprak pH'sının hafif alkali olduğu çalışma alanında azotlu gübre olarak asit karakterli amonyumlu gübreler kullanılmıştır. Üç yıl boyunca yapılan bu gübrelemeninde etkisi ile toprak pH skoru tüm

uygulamalarda $P < 0,01$ düzeyinde azalmıştır. P indikatörü ise KPF uygulamasında $P < 0,01$ düzeyinde Tİ uygulamasında ise $P < 0,05$ düzeyinde azalma görülmüştür. K indikatöründe tüm uygulamalarda önemsiz bir artış gözlemlenmiştir. Genel toprak kalitesi skoru ise Tİ uygulamasının olduğu parsellerde $P < 0,05$ düzeyinde diğer tüm uygulamalarda $p < 0,01$ düzeyinde azalma gözlemlenmiştir. Yarıyışlı fosfor ve agregat stabilitesindeki önemsiz azalma ve pH indikatöründeki önemli azalma genel toprak kalitesi değerinde azalmaya neden olmuştur. Bu azalmayı toplam organik karbon indikatöründeki artış bir miktar dengelemiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otlu parsellerin ortalama değerlerinin homojenlik (Duncan) testi.

	Dönem	1.Uyg	2. Uyg	3. Uyg	4. Uyg	5. Uyg
TOC	2007	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16
	2009-otlu	0,18	0,19	0,20	0,18	0,19
t-test		*	öd	*	öd	*
AS	2007	0,96	0,98	0,98	0,97	0,95
	2009-otlu	0,93	0,96	0,94	0,93	0,96
t-test		*	öd	öd	*	öd
pH	2007	0,76	0,66	0,66	0,65	0,66
	2009-otlu	0,71	0,58	0,57	0,56	0,58
t-test		**	**	**	**	**
P	2007	0,96	0,96	0,95	0,96	0,96
	2009-otlu	0,97	0,93	0,96	0,95	0,95
t-test		öd	**	öd	öd	*
HA	2007	0,29	0,35	0,30	0,30	0,31
	2009-otlu	0,32	0,36	0,34	0,33	0,32
t-test		öd	öd	öd	öd	öd
K	2007	0,88	0,80	0,85	0,82	0,82
	2009-otlu	0,89	0,86	0,89	0,87	0,89
t-test		öd	öd	öd	öd	öd
TK	2007	73,79	72,74	72,28	72,36	71,61
	2009-otlu	66,36	66,10	65,47	65,31	65,09
t-test		**	**	**	**	*

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

* $P < 0.05$ düzeyinde farklılık önemlidir

** $P < 0.01$ düzeyinde farklılık önemlidir öd: önemli değil

Deneme alanı yabancı ot ilacı uygulanmış parsellerin deneme öncesi ile kıyaslanmasında TOC skoru Tİ uygulamasında değerini korumuş diğer tüm uygulamalarda önemsiz düzeyde artmıştır. Agregat stabilitesi indikatöründe ise KPF ve ÇDT uygulamalarında $P < 0,01$ düzeyinde azalma görülmüş. Toprak pH indikatörü skoru

tüm uygulamalarda $P<0,01$ düzeyinde azalma görülmüştür. Yarayışlı fosfor indikatöründe ise KPF uygulamasında $P<0,05$ düzeyinde bir azalma görülmüştür. Mısır ekimleri öncesinde yapılan toprak analizlerinde toprakta istenen ürünü elde etmek için yeterli potasyum olmadığı görüldüğünden, her yetiştirme sezonunda potasyumlu gübre uygulanmıştır. Atık potasyumunda etkisi ile ÇDT ve KPF uygulamaları ($P<0,01$) dışındaki tüm uygulamalarda yarayışlı potasyum indikatöründe önemsiz bir artış gözlemlenmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 2007 deneme öncesi ve 2009 hasat dönemi otsuz parsellerin ortalama değerlerinin homojenlik (Duncan) testi.

	Dönem	1.Uyg	2. Uyg	3. Uyg	4. Uyg	5. Uyg
TOC	2007	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16
	2009-otsuz	0,17	0,17	0,19	0,18	0,16
t-test		öd	öd	öd	öd	öd
AS	2007	0,96	0,98	0,98	0,97	0,95
	2009-otsuz	0,93	0,90	0,91	0,93	0,92
t-test		öd	*	öd	*	öd
pH	2007	0,76	0,66	0,66	0,65	0,66
	2009-otsuz	0,69	0,57	0,57	0,58	0,58
t-test		**	**	**	**	**
P	2007	0,96	0,96	0,95	0,96	0,96
	2009-otsuz	0,98	0,94	0,97	0,94	0,96
t-test		öd	*	öd	öd	öd
HA	2007	0,29	0,35	0,30	0,30	0,31
	2009-otsuz	0,30	0,32	0,31	0,34	0,31
t-test		öd	öd	öd	öd	öd
K	2007	0,88	0,80	0,85	0,82	0,82
	2009-otsuz	0,89	0,89	0,91	0,91	0,88
t-test		öd	*	öd	**	öd
TK	2007	73,79	72,74	72,28	72,36	71,61
	2009-otsuz	66,20	64,33	65,15	66,34	64,57
		**	**	**	*	**

1.Sulama+Kulaklı pulluk+Diskli tırmık 2.Kulaklı pulluk + freze 3.Freze 4.Çizel+Diskli tırmık 5.Toprak İşlemesiz

* $P<0.05$ düzeyinde farklılık önemlidir

** $P<0.01$ düzeyinde farklılık önemlidir öd: önemli değil

Genel toprak kalitesi skoru ise ÇDT uygulamasının olduğu parsellerde $P<0,05$ düzeyinde diğer tüm uygulamalarda $P<0,01$ düzeyinde azalma gözlemlenmiştir. Genel toprak kalitesi skorundaki bu azalmanın agregat stabilitesi ve pH indikatörlerindeki azalmadan olduğu tahmin edilmektedir (Çizelge 4.14).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Toprak kalitesinin belirlenmesi, topraklarımızın sürdürülebilir olarak kullanılması ve idaresi için gerekli ön koşuldur ve hangi amenajman sisteminin kullanılması konusunda üreticilere, bölge ve ülkede tarımsal üretimi planlayanlara önemli bir kaynak oluşturur. Toprak kalitesinin belirlenmesi sürdürülebilir tarım için önemli bir adım olmasına rağmen, ülkemizdeki yöneticiler, sivil toplum kuruluşları, çiftçi ve araştırmacıların iletişimsizliğinden dolayı yapılan çalışmaların çiftçimize ışık tutamamıştır, gerekli bütçeler ayrılmamış, sivil toplum kuruluşları üzerine düşen görevi yerine getirmemesi gibi faktörler ülkemizde toprak kalitesiyle ilgili çalışmaları yavaşlatmıştır.

Bu tez çalışmasında, bir TÜBİTAK projesi kapsamında Tokat Kazova’da bir çiftçi arazisinde buğday-mısır rotasyonunda, silajlık mısır yetiştiriciliğinde uygulanan beş farklı toprak işleme yönteminin toprağın fonksiyonlarına etkisi değerlendirilmiştir. Toprak kalitesi değerlendirmeleri, “Toprak Amenajmanı Değerlendirme Çerçevesi” SMAF adı verilen bir yöntem ile yapılmıştır. Toprağın önemli fonksiyonlarının yerine getirilmesinden sorumlu olan toprak kalitesi indikatörlerinin geliştirilen algoritmalar yardımı ile skorlanması esasına dayanan bu yöntem ile bir toprağın farklı kullanımlar altında ne düzeyde fonksiyon gösterdiğini belirlemek mümkün olmuştur.

Çalışmada uygulanan ikisi geleneksel ve üç tanesi koruyucu toprak işleme yönteminin toprak kalitesine etkileri hem belirlenen indikatörler hem de genel toprak kalitesi açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Başlangıç koşullarına göre tüm uygulama ve derinlikler açısından genel toprak kalitesi değerlerinde bir azalma görülmüştür. Deneme sonu yabancı ot ilacı uygulanmayan 10-20 cm parsellerde freze ve çizel+diskli tırmık uygulamasının olduğu parsellerde önemli düzeyde azalma olmuştur. Deneme sonu yabancı ot ilacı uygulanan 20-30 cm parsellerde kulaklı pulluk+freze ve toprak işlemez işleme sistemlerinin uygulamasının olduğu parsellerde önemli düzeyde azalma olmuştur. Bireysel toprak kalite indeks değerlerine baktığımızda pH önemli düzeydeki azalma genel toprak kalitesi indeks değerlerinde azalmaya neden olmuş olabilir.

Uzun yıllar yapılan arazi denemelerinin toprak kaliteleri karşılaştırıldığında koruyucu toprak işleme yöntemlerinin toplam toprak kalitesi üzerine etkileri geleneksel yöntemlere göre daha yüksek çıktığı belirtilmiştir (Callum 2001). Yaptığımız çalışmada koruyucu toprak işleme yöntemlerinin olumlu etkileri deneme süresi kısa olduğu için gözlemlenememiştir.

Toprak kalitesi ve değerlendirmeleri toprak ve yere özgüdür ve bu değerlendirmeler toprağın genetik kapasitesi, sıcaklık ve yağış gibi çevresel etkiler, arazinin kullanım şekli ve amenajman hedefleri gibi çeşitli faktörlerin etkisine bağlı olarak değişebileceği (Karlen ve ark., 2003) unutulmamalıdır. Bu nedenle, çalışma sonunda rapor edilenler denemenin kurulduğu toprak koşulları ile bölgenin iklimine benzer iklimde buğday-silajlık mısır rotasyonun uygulandığı koşullar için geçerlidir. Benzer koşullarda benzer sonuçların alınması muhtemeldir. Bundan dolayıdır ki, tarımsal üretimin vazgeçilmez unsuru olan toprak kaynaklarımızın korunması ve sürdürülebilir bir şekilde üretimde kullanılabilmesi için kalitesinin gözlemlenmesine izin verecek değerlendirme yöntemleri ile diğer alanlarda da benzer çalışmaların yapılmasına gereksinim vardır.

Uygun amenajman pratiklerinin uygulanmaması ve uygun münavebe programının yapılmaması yenilenemez kaynak olan toprağın kalitesinin azalmasına ve bunun sonucu olarak da toprakların tahrip olmasına neden olmaktadır. Çiftçiler genellikle geleneksel yöntemlerle toprak işleme, sulama, gübreleme ve ekim yapmaları toprağın kalitesi açısından uzun vadede olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bir bölgedeki amenajman pratiklerinin ne derecede sürdürülebilir olduğu ancak bireysel toprak kalite indikatörlerin oluşturduğu genel toprak kalite indeks değerlerine bakılarak söylenebilir. Bu tez çalışması ile Tokat Kazova koşullarında buğday-mısır rotasyonun da farklı toprak işleme yöntemleri açısından toprak kalitesi üzerine etkileri hazırlanmış ve kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.

KAYNAKÇA

- Acir, N., 2010. Kazova topraklarının depo potasyum, kil mineralojisi ve spesifik yüzey alanı etkileşimlerinin geoistatistiksel analizi. (Y. lisans tezi) Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı. Tokat
- Alexander, M., 1971. Agriculture's responsibility in establishing soil quality criteria. Environmental Improvement – Agriculture's Challenge in the Seventies. National Academy of Sciences, Washington, D.C. 66-71.
- Alvaro-Fountes, J., Arrue, J.L., Gracia, R., Lopez, M.V., 2008. Tillage and cropping intensification effects on soil aggregation: Temporal dynamics and controlling factors under semiarid conditions. *Geoderma* 145, 390-396.
- Amezkeka, E., 1999. Soil aggregate stability: a review. *J. Sustain Agr.* 14, 83-151.
- Andrews, S.S., ve Carroll, C.R., 2001. Designing a decision tool for sustainable agroecosystem management: Soil quality assessment of a poultry litter management case study. *Ecol. Applic.* (11), 1573-1585.
- Andrews, S.S., Karlen, D.L., Mitchell, J.P., 2002a. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in northern California. *Agric. Ecosyst. Environ.* (90), 25-45.
- Andrews, S.S., Mitchell, J.P., Mancinelli, R., Karlen, D.L., Hartz, T.K., Horwath, W.R., Pettygrove, G.S., Scow, K.M., Munk, D.S., 2002b. On-farm assessment of soil quality in California's Central Valley. *Agron. J.* (94), 12-23
- Andrews, S.S., Karlen, D.L., Cambardella, C.A., 2004. The soil management assessment framework: A quantitative evaluation using case studies. *Soil Sci. Soc. Am.* (68), 1945-1962.
- Anonim, 2007. Tokat uzun yıllar iklim verileri. tokat meteoroloji bölge müdürlüğü internet sayfası. <http://tokat.meteor.gov.tr/tokatuzunyillarveri.htm>
- Anonymous, 2003. Interpreting the soil conditioning index: A tool for measuring soil organic matter trends. Available online at: http://soils.usda.gov/SQI/management/files/sq_atn_16.pdf (verified 07-21-08).
- Anonymous, 2010. Why assess soil quality. http://soilquality.org/assessment/assess_why.html. Erişim: 02.04.2010.
- Baumhardt, R.L., Stewart, B.A., Howell, T.A., 2003. A quantitative evaluation using case studies. *Encyclopedia of Water Science*, Marcel-Dekker, NY s. 187-191
- Beare, M.H., Hendrix, P.F., Coleman, D.C., 1994. Water-stable aggregates and organic matter fractions in conventional and no-tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58, 777-786.
- Blum, W.E.H. 2003. The JRC enlargement action. Land degradation. Contributions to the International Workshop "Land degradation" 5-6 December 2002, Ispra, Italy. Edited by Robert J.A. Jones & Luca Montanarella. EUR 20688 EN.
- Bouma, J., 1997. The land use systems approach to planning sustainable land management at several scales. *ITC Journal* (1997-3/4), 237-242.

- Brejda, J.J., Moorman, T.B., Karlen, D.L., Dao, T.H., 2000a. Identification of regional soil quality factors ve indicators: I. Central and southern high plains. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (64), 2115–2124.
- Brejda, J.J., Moorman, T.B., Smith, J.L., Karlen, D.L., Allan, D.L., Dao, T.H., 2000b. Distribution and variability of surface soil properties at a regional scale. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (64), 974–982.
- Buman, R.A., B.A. Alesii, J.L. Hatfield, and D.L. Karlen. 2004. Profit, yield, and soil quality effects of tillage systems in corn – soybean rotations. *Conservation* 59:6 260-270.
- Callum, I. R., 2001. Long term effect of tillage and residues on selected soil quality parameters. Y. Tez. Departmant of agricultural and biyosistems engineering macdonald campus of mcgill university.
- Camberdella C.A., Moorman, T.B., Novak, J. M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F., Konopka, A.E. 1994. Field Scale Variability Soil properties in central Iowa soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (58), 1501-1511.
- Cambardella C. A., Moorman, T. B., Andrews, S. S., Karlen, D. L., 2004. Watershed-scal assessment of soil quality in the loess hills of southwest Iowa. *Soil and tillage researce* 237-247.
- Doran, J.W. and Smith, M.S. 1987. Organic matter management and utilization of soil and fertilizer nutrients. P. 53-72. In: *Soil fertility and organic matter as critical components of production systems*. SSSA Special Publication 19. Soil. Sci. Soc. Inc., Amer. Soc. Agron, Inc. Publ. Madison WI.
- Doran, J.W. ve Parkin, T. B., 1994. Defining and assessing soil quality. SSSA Special Publication No. (35), 3-21.
- Doran, J.W. ve Jones, A.J., 1996. Methods for assessing soil quality. SSSA Special Publication No. 49.
- Doran, J.W. and T.B. Parkin. 1996. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In J.W. Doran and A.J. Jones, eds. *Methods for Assessing Soil Quality*. SSSA, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Doran, J.W., 2002. Soil health and global sustainability: translating science into practice. *Agric. Ecosys. Environ.* 88, 119–127.
- FAO. 1976. A framework for land evaluation. *FAO Soils Bulletin* 32. Rome, Italy http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/X5310E/X5310E00.htm
- FAO, 1984 *Fertilizer and plant Nutrition Guide*, FAO fertilizer and plant nutrition bulleting, Rome.
- Goovaerts, P. 1998. *Geostatistics for Natural Resources Evaluation* Oxford University Press New York p 483.
- Gren, V.S., Stott, D.E., Cruz, J.C., Curi, N., 2007. Tillage impact on soil biological activity and aggregation in a Brazilian Cerrada Oxisol. *Soil Till. Res.* 92, 114-121.

- Güçdemir, İ.H. 2006. Türkiye Gübre Ve Gübreleme Rehberi. Tarım Orman Ve Köyişleri Bakanlığı Toprak Su Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Yayın No. 231, Teknik yayın no: T.69 1- 183.
- Harris, R. F., Karlen, D. L., ve Mulla, D. J., 1996. A conceptual framework for assessment and management of soil quality and health. J.W. Doran ve A. J. Jones (eds.) *Methods for Assessing Soil Quality*, SSSA Spec. Pub. No. (49), 61-82.
- Havlin, J.L., Kissel, D.E., Maddux, L.D., Claassen, M.M. and Long, J.H. (1990): Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:448-452.
- Hillel, D. 1991. *Out of the Earth: Civilization and the life of the soil*. Univ. of California Press, Los Angeles.
- Hornicle S.B. 1992 factors affecting the nutritional quality of crops. *Am. J. Altern. Agric.* (7), 63-68.
- Hubbs, M. D., Norfleet, M. L., Lightle, D. T., 2002. Interpreting the soil conditioning index. E. V. Santen (ed.) *Making conservation tillage conventional: Building a future on 25 years of research*. Proc. 25th Annual Southern Conservation Tillage Conf. for Sustainable Agriculture. Spec. Rept No. 1. s. 192-196.
- Jijo, T. E., 2005. *Land Preparation Methods and Soil Quality of a Vertisol Area in the Central Highlands of Ethiopia*. Doktora Tezi, Universität Hohenheim (310); D-70593 Stuttgart.
- Karlen, D.L., ve Stott, D.E., 1994a. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In J. W. Doran, D. C. Coleman, D. F. Bezdicek ve B. A. Stewart, eds. *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSSA, Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Karlen, D.L., Wollenhaupt, N.C., Erbach, D.C., Berry, E.C., Swan, J.B., Eash, N.S., Jordahl, J.L., 1994b. Long-term tillage effects on soil quality. *Soil Tillage Res.* (32), 313-327.
- Karlen, D.L., Mauschbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G. Harris, R.F. ve Schuman, G.E. 1997. Soil Quality: A Concept, Definition and a Framework for Evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*(61), 4-10.
- Karlen, D.L., Gardner, J.C., Rosek, M.J., 1998. A soil quality framework for evaluating the impact of CRP. *J. Prod. Agric.* (11), 56–60.
- Karlen, D.L., Andrews, S.S. ve Wienhold, B.J., 2003. Soil Quality, Fertility and Health – Historical Context, Status and Perspective. In. *Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture*. Schjonning, P., Elmholt, S., Christensen, B.T., (Editors). Wallingford, Oxon. GBR. CABI Publishing. 17-33.
- Karlen, D.L., Hurley, E.G., Andrews, S.S., Cambardella, C.A., Meek, D.W., Duffy, M.D., Mallarino, A.P., 2006. Crop Rotation Effects on Soil Quality at Three Northern Corn/Soybean Belt Locations. *Agron J* (98), 484-495.

- Karlen, D.L., Tomer, M.D., Neppel, J., Cambardella, C.A. 2008. A preliminary watershed scale soil quality assessment in north central Iowa, USA *Soil & Tillage Research* (99), 291–299.
- Karlen D.L., Birell, S. J., Hess J. R., 2011. A five-year assessment of corn stover harvest in central Iowa, USA. *Soil & Tillage Research* 115–116 (2011) 47–55.
- Larson, W.E., ve Pierce, F.J. 1991. Conservation and enhancement of soil quality. J. Dumanski, E. Pushparajah, M. Latham, ve R. Myers. (eds.) *Evaluation for sustainable land management in the developing world*. Vol. (2), 175-203.
- Laws, W. D. 1961. Farming systems for soil improvement in the Blacklands. Texas Research Foundation, Bulletin 10. Texas A&M University, College Stn., TX.
- Lichter, K., Govaerts, B., Six, J., Sayre, K.D., Deckers, J., Dendooven, L., 2008. Aggregation and C and N contents of soil organic matter fractions in the permanent raised-bed planting system in the Highlands of Central Mexico. *Plant Soil* 305, 237-252.
- Liebig, M.A., Doran, J.W., Gardner, J.C., 1996. Evaluation of a field test kit for measuring selected soil quality indicators. *Agron. J.* (88), 683-686.
- Liebig, M.A., Miller, M.E., Varvel, G.E., Doran, J.W., Hanson, J.D, 2004. AEPAT: a computer program to assess agronomic and environmental performance of management practices in long-term agroecosystem experiments. *Agron. J.* (96), 109-115.
- Lipiec, J., Kus, J., Slowinska-Jurkiewicz, A., Nosalewicz, A., 2006. Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage methods. *Soil Till. Res.* 89, 210-220.
- Lowdermilk, W.C. 1953. Conquest of the land through seven thousand years. *Agric. Bull. No. 99*. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC
- Marzaioli R, D'Ascoli R, De Pascale RA. Rutigliano FA. 2010. Soil Quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types. *Applied Soil Ecology*. 44: 205-212.
- Máté F. ve Tóth G. 2003. From the golden crown land evaluation to the de-meter land quality indices. Land evaluation and land use information (*Földminőség és földhasználati információ*). Veszprém University s. 145-152.
- Norgaard, R.B., 1994. Ecology, politics, and economics: finding the common ground for decision making in conservation. In: Meffe, G.K., Carroll, C.R. Eds.), *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Sunderland, MA, pp. 439– 465.
- Pagliai, M., Vignozzi, N., Pellegrini, S., 2004. Soil structure and the effect of management practices. *Soil Till. Res.* 79, 131-143.
- Pesek, J. 1994. Historical perspective. CRC Press, Boca Raton, FL s. 1-19.
- Price, F.J., Larson, W.E., Dowdy, R.H., Graham, W.A.P., 1983. Productivity of soil: assessing long-term change due to erosion. *J. Soil Water Conserv.* (38), 39-44.
- Price, F.J., Larson, W.E., Dowdy, R.H., Graham, W.A.P., 1984. Soil productivity in the corn belt: assessing long-term change due to erosion. *J. Soil Water Conserv.* (39), 131-134.

- Rasmussen, P.E., Albrecht, S.L., Smiley, R.W., 1998. Soil C and N changes under tillage and cropping systems in semi-arid Pacific Northwest agriculture. *Soil Till. Res.* 47, 197-205.
- Romig, D.E., Garlynd, M.J., Haris, R.F., McSweeney, K., 1995. How farmers assess soil health and quality. *J. Soil Water Conserv.* (50), 229-236.
- Romig, D.E., Garlynd, M.J., Harris, R.F., 1996. Farmer-based assessment of soil quality: A soil health scorecard. *Methods for Assessing Soil Quality. In: J.W. Doran ve A.J. Jones (eds.) SSSA Special Publication No. 49*, s. 39-60.
- Sarrantonio, M., Doran, J.W., Liebig, M.A., Halvorson, J.J., 1996. On-farm assessment of soil quality and health. *Methods for Assessing Soil Quality. In: J.W. Doran and A.J. Jones (eds.) SSSA Special Publication No. 49*, 83- 105.
- Shukla, M.K., Lal, R., Ebinger, M., 2006. Determining soil quality indicators by factor analysis. *Soil Tillage Res.* 87, 194–204.
- Shepherd, T. G. 2000. Field guide for cropping and pastoral grazing on flat to Rolling country. *Visual Soil Assessment. Volume (1)*, 84.
- Shepherd, T. G., Ross, C. W., Basher, L. R., Saggar, S., 2000. Soil management guidelines for cropping and pastoral grazing on flat to Rolling country. *Visual Soil Assessment. Volume (2)*, 44.
- Six, J., Elliott, E.T., Paustian, K., 2000. Soil structure and soil organic matter: II. A normalized stability index and the effect of mineralogy. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64, 1042-1049.
- Sugden, A., Stone, R., Ash, C., 2004. Ecology in the underworld. *Science* (304), 1613.
- Tebrügge, F., Düring, R.A., 1999. Reducing tillage intensity- a review of results from a long-term study in Germany. *Soil Till. Res.* 53, 15-28.
- Tóth G, Stolbovoy V., Montanarella L., 2007. Soil Quality and Sustainability Evaluation. An integrated approach to support soil-related policies of the European Union. A JRC Position paper. EUR 22721 EN ISBN 978-92-79-05250-7 ISSN 1018-5593
- Townsend, M.A., Young, D.P., 1997. Nitrate in Kansas Ground Water. Kansas Geological Survey, Public Information Circular. No. 14.
- Olson, G.W. 1981. Archaeology: Lessons on future soil use. *J. Soil Water Conserv.* (36), 261-264.
- Özgöz, E., Günal, H., Acır, N., Gokmen, F., Birol, M., ve Budak, M. 2011. Soil Quality And Spatial Variability Assessment Of Land Use Effects In A Typic Haplustoll. *Land Degradation & Development*. DOI: 10.1002/ldr.1126.
- Özgöz, E., Günal, H. ve Önen, H., 2010. Geçit iklim kusagında ikinci ürün silajlık mısır tarımında gerekli termal zamanın uzatılmasına yönelik olarak farklı toprak işleme yöntemlerinin karşılaştırılması. TÜBİTAK TOVAG-107 O 124.
- Öztaş T (1997) Toprak degradasyonu. *Ekoloji* (22), 31-33
- Öztaş T (2002) Assessment of Soil Quality. In: International Conference on Sustainable Land Use and Management, 10-13 June 2002, Canakkale, s. 484-485.

- USDA-NRCS. 1999. Soil Quality Test Kit Guide. Available online at: http://soils.usda.gov/sqi/assessment/files/test_kit_complete.pdf (verified 7-21-08).
- Van Camp. L., Bujjarabal, B, Gentile, A, R., Jones, R.J.A, Montanarella, L., Olazabal, C. ve Selvaradjou, S-K., 2004. Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319 EN/1, s. 872. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- Zobeck, T. M. J., Crownover, M., Dollar, R. S. V., Pelt. V., Acosta- Martinez, K. F. Bronson, D. R. Upchurch. 2007. Soil quality and sustainability. definition and a framework for evaluation. Soil Sci. Soc. Am. J.(61), 4-10.
- Warkentin, B.P., 1995.The changing concept of soil quality. J. Soil Water Conserv (50),226-229.
- Walter, F.M. ve Payne, V.W.E., 1992. Agri.Wastes ve Water, Air and AnimalResources. Agri. Waste Manag. Field HandBook. USDA Soil Cons. Serv.
- Warkentin, B.P., ve H.F. Fletcher. 1977. Soil quality for intensive agriculture. Proceedings of the International Seminar on Soil Environment and Fertility Management s. 594-598.
- Wienhold B.J. 2005. Changes in Soil Attributes Following Low Phosphorus Swine Slurry Application to No-Tillage Sorghum. Soil Sci. Soc. Am. J. (69), 206-214
- Wymore, A.W., 1993. Model-Based Systems Engineering: An introduction to the Mathematical Theory of Discrete Systems and to the Tricotyledon Theory of System Design. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Yakowitz, D.S., Stone, J.J., Lane, L.J., Heilman, P., Masterson, J., Abolt, J., Imam, B., 1993. A decision support system for evaluating the effect of alternative farm management systems on water quality and economics. Water Science Technology 28 (3– 5), 47– 54.

EKLER

Ekler toprak kalitesi indekslerinin tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilme sonuçlarını içermektedir.

Ek.1 2007 yılı toprak İşleme öncesi farklı uygulamaların olduğu parsellerdeki yüzey topraklarının (0-10 cm) toprak kalitesi değerlerinin karşılaştırılması

(0-10)		Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem
TOC	Gruplar Arası	0,00387	4	0,000967	0,453698	0,769
	Grup İçi	0,117284	55	0,002132		
	Toplam	0,121154	59			
AS	Gruplar Arası	0,028735	4	0,007184	0,540063	0,707
	Grup İçi	0,731591	55	0,013302		
	Toplam	0,760326	59			
PH	Gruplar Arası	0,130422	4	0,032606	6,77857	0,000
	Grup İçi	0,264555	55	0,00481		
	Toplam	0,394977	59			
P	Gruplar Arası	0,020457	4	0,005114	1,025627	0,402
	Grup İçi	0,27426	55	0,004987		
	Toplam	0,294717	59			
HA	Gruplar Arası	0,035688	4	0,008922	0,968089	0,432
	Grup İçi	0,506879	55	0,009216		
	Toplam	0,542567	59			
EC	Gruplar Arası	0	4	0	.	.
	Grup İçi	0	55	0		
	Toplam	0	59			
K	Gruplar Arası	0,074213	4	0,018553	1,704938	0,162
	Grup İçi	0,598513	55	0,010882		
	Toplam	0,672726	59			
TK	Gruplar Arası	32,57351	4	8,143379	0,996652	0,417
	Grup İçi	449,3902	55	8,17073		
	Toplam	481,9637	59			

Ek.2 2007 yılı toprak İşleme öncesi farklı uygulamaların olduğu parsellerdeki yüzey altı topraklarının (10-20 cm) toprak kalitesi değerlerinin karşılaştırılması

(10-20)		Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem
TOC	Gruplar Arası	0,005997	4	0,001499	0,422443	0,792
	Grup İçi	0,195186	55	0,003549		
	Toplam	0,201183	59			
AS	Gruplar Arası	0,02026	4	0,005065	2,825573	0,033
	Grup İçi	0,098592	55	0,001793		
	Toplam	0,118852	59			
PH	Gruplar Arası	0,083182	4	0,020796	3,615179	0,011
	Grup İçi	0,316375	55	0,005752		
	Toplam	0,399557	59			
P	Gruplar Arası	0,016034	4	0,004009	0,847503	0,501
	Grup İçi	0,260144	55	0,00473		
	Toplam	0,276179	59			
HA	Gruplar Arası	0,01402	4	0,003505	0,852424	0,498
	Grup İçi	0,222045	54	0,004112		
	Toplam	0,236066	58			
EC	Gruplar Arası	0	4	0	.	.
	Grup İçi	0	55	0		
	Toplam	0	59			
K	Gruplar Arası	0,111443	4	0,027861	2,50031	0,053
	Grup İçi	0,612861	55	0,011143		
	Toplam	0,724304	59			
TK	Gruplar Arası	42,56006	4	10,64001	1,644956	0,176
	Grup İçi	349,2865	54	6,468268		
	Toplam	391,8465	58			

Ek 3 2007 yılı toprak İşleme öncesi farklı uygulamaların olduğu parsellerdeki yüzey altı topraklarının (20-30 cm) toprak kalitesi değerlerinin karşılaştırılması

(20-30)		Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem
TOC	Gruplar Arası	0,007603	4	0,001901	0,995491	0,417
	Grup İçi	0,105016	55	0,001909		
	Toplam	0,112619	59			
AS	Gruplar Arası	0,005755	4	0,001439	0,432083	0,785
	Grup İçi	0,183125	55	0,00333		
	Toplam	0,18888	59			
PH	Gruplar Arası	0,121002	4	0,03025	6,249021	0,000
	Grup İçi	0,266245	55	0,004841		
	Toplam	0,387247	59			
P	Gruplar Arası	0,038545	4	0,009636	0,578155	0,679
	Grup İçi	0,916708	55	0,016667		
	Toplam	0,955253	59			
HA	Gruplar Arası	0,010323	4	0,002581	0,470788	0,757
	Grup İçi	0,29052	53	0,005482		
	Toplam	0,300842	57			
EC	Gruplar Arası	0	4	0	.	.
	Grup İçi	0	55	0		
	Toplam	0	59			
K	Gruplar Arası	0,073712	4	0,018428	1,566092	0,196
	Grup İçi	0,647174	55	0,011767		
	Toplam	0,720886	59			
TK	Gruplar Arası	24,90779	4	6,226947	0,281831	0,888
	Grup İçi	1171,013	53	22,09458		
	Toplam	1195,921	57			

Ek 4 2009 yılı hasat dönemi farklı uygulamaların olduğu yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerdeki yüzey topraklarının (0-10cm) toprak kalitesi değerlerinin karşılaştırılması

0-10		Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem
TOC	Gruplar Arası	0,014857	4	0,003714	0,684812	0,605
	Grup İçi	0,298312	55	0,005424		
	Toplam	0,313169	59			
AS	Gruplar Arası	0,023071	4	0,005768	2,100528	0,093
	Grup İçi	0,151023	55	0,002746		
	Toplam	0,174094	59			
PH	Gruplar Arası	0,127513	4	0,031878	4,124556	0,005
	Grup İçi	0,425088	55	0,007729		
	Toplam	0,552601	59			
P	Gruplar Arası	0,016533	4	0,004133	1,901951	0,123
	Grup İçi	0,119521	55	0,002173		
	Toplam	0,136053	59			
HA	Gruplar Arası	0,023366	4	0,005842	0,957724	0,438
	Grup İçi	0,335466	55	0,006099		
	Toplam	0,358832	59			
EC	Gruplar Arası	0	4	0	.	.
	Grup İçi	0	55	0		
	Toplam	0	59			
K	Gruplar Arası	0,058892	4	0,014723	2,739839	0,037
	Grup İçi	0,295554	55	0,005374		
	Toplam	0,354446	59			
TK	Gruplar Arası	23,87814	4	5,969535	0,215095	0,929
	Grup İçi	1526,414	55	27,75299		
	Toplam	1550,292	59			

Ek 5 2009 yılı hasat dönemi farklı uygulamaların olduğu yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerdeki yüzey altı topraklarının (10-20 cm) toprak kalitesi değerlerinin karşılaştırılması

10-20		Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem
TOC	Gruplar Arası	0,007494	4	0,001874	0,790054	0,536
	Grup İçi	0,130425	55	0,002371		
	Toplam	0,137919	59			
AS	Gruplar Arası	0,022308	4	0,005577	1,337056	0,268
	Grup İçi	0,229408	55	0,004171		
	Toplam	0,251716	59			
PH	Gruplar Arası	0,134428	4	0,033607	5,210634	0,002
	Grup İçi	0,354732	55	0,00645		
	Toplam	0,48916	59			
P	Gruplar Arası	0,023253	4	0,005813	1,616123	0,183
	Grup İçi	0,197838	55	0,003597		
	Toplam	0,221091	59			
HA	Gruplar Arası	0,056468	4	0,014117	2,960516	0,027
	Grup İçi	0,262261	55	0,004768		
	Toplam	0,318729	59			
EC	Gruplar Arası	0	4	0	.	.
	Grup İçi	0	55	0		
	Toplam	0	59			
K	Gruplar Arası	0,01321	4	0,003302	0,538666	0,707
	Grup İçi	0,337192	55	0,006131		
	Toplam	0,350402	59			
TK	Gruplar Arası	137,4594	4	34,36484	1,720913	0,158
	Grup İçi	1098,293	55	19,96895		
	Toplam	1235,752	59			

Ek 6 2009 yılı hasat dönemi farklı uygulamaların olduğu yabancı ot mücadelesi yapılmayan parsellerdeki yüzey altı topraklarının (20-30 cm) toprak kalitesi değerlerinin karşılaştırılması

20-30		Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem
TOC	Gruplar Arası	0,014107	4	0,003527	0,606101	0,659
	Grup İçi	0,320021	55	0,005819		
	Toplam	0,334128	59			
AS	Gruplar Arası	0,01814	4	0,004535	1,071838	0,379
	Grup İçi	0,232709	55	0,004231		
	Toplam	0,250849	59			
PH	Gruplar Arası	0,181804	4	0,045451	7,965324	0,000
	Grup İçi	0,313835	55	0,005706		
	Toplam	0,495639	59			
P	Gruplar Arası	0,050963	4	0,012741	2,517798	0,052
	Grup İçi	0,278318	55	0,00506		
	Toplam	0,329281	59			
HA	Gruplar Arası	0,019801	4	0,00495	0,957791	0,438
	Grup İçi	0,284269	55	0,005169		
	Toplam	0,30407	59			
EC	Gruplar Arası	0	4	0	.	.
	Grup İçi	0	55	0		
	Toplam	0	59			
K	Gruplar Arası	0,027281	4	0,00682	0,918929	0,459
	Grup İçi	0,408201	55	0,007422		
	Toplam	0,435482	59			
TK	Gruplar Arası	5,997479	4	1,49937	0,102302	0,982
	Grup İçi	806,1003	55	14,65637		
	Toplam	812,0977	59			

Ek 7 2009 yılı hasat dönemi farklı uygulamaların olduğu yabancı ot mücadelesi yapılan parsellerdeki yüzey topraklarının (0-10 cm) toprak kalitesi değerlerinin karşılaştırılması

0-10		Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem
TOC	Gruplar Arası	0,004056	4	0,001014	0,404782	0,804
	Grup İçi	0,137776	55	0,002505		
	Toplam	0,141832	59			
AS	Gruplar Arası	0,009853	4	0,002463	0,353817	0,841
	Grup İçi	0,3829	55	0,006962		
	Toplam	0,392753	59			
PH	Gruplar Arası	0,105973	4	0,026493	3,432991	0,014
	Grup İçi	0,424451	55	0,007717		
	Toplam	0,530424	59			
P	Gruplar Arası	0,006673	4	0,001668	0,618243	0,651
	Grup İçi	0,148405	55	0,002698		
	Toplam	0,155078	59			
HA	Gruplar Arası	0,052195	4	0,013049	3,933818	0,007
	Grup İçi	0,182439	55	0,003317		
	Toplam	0,234635	59			
EC	Gruplar Arası	0	4	0	.	.
	Grup İçi	0	55	0		
	Toplam	0	59			
K	Gruplar Arası	0,034043	4	0,008511	1,619469	0,182
	Grup İçi	0,28904	55	0,005255		
	Toplam	0,323083	59			
TK	Gruplar Arası	47,88061	4	11,97015	0,582813	0,676
	Grup İçi	1129,622	55	20,53859		
	Toplam	1177,503	59			

Ek 8 2009 yılı hasat dönemi farklı uygulamaların olduğu yabancı ot mücadelesi yapılan parsellerdeki yüzey altı topraklarının (10-20 cm) toprak kalitesi değerlerinin karşılaştırılması

10-20		Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem
TOC	Gruplar Arası	0,011562	4	0,002891	1,52616	0,207
	Grup İçi	0,104168	55	0,001894		
	Toplam	0,11573	59			
AS	Gruplar Arası	0,017449	4	0,004362	0,990904	0,421
	Grup İçi	0,242126	55	0,004402		
	Toplam	0,259575	59			
PH	Gruplar Arası	0,122399	4	0,0306	4,548587	0,003
	Grup İçi	0,370003	55	0,006727		
	Toplam	0,492402	59			
P	Gruplar Arası	0,030329	4	0,007582	2,652949	0,043
	Grup İçi	0,157194	55	0,002858		
	Toplam	0,187523	59			
HA	Gruplar Arası	0,004725	4	0,001181	0,538288	0,708
	Grup İçi	0,120708	55	0,002195		
	Toplam	0,125433	59			
EC	Gruplar Arası	0	4	0	.	.
	Grup İçi	0	55	0		
	Toplam	0	59			
K	Gruplar Arası	0,039937	4	0,009984	1,001406	0,415
	Grup İçi	0,548362	55	0,00997		
	Toplam	0,588299	59			
TK	Gruplar Arası	81,72363	4	20,43091	1,242214	0,304
	Grup İçi	904,5942	55	16,44717		
	Toplam	986,3178	59			

Ek 9 2009 yılı hasat dönemi farklı uygulamaların olduğu yabancı ot mücadelesi yapılan parsellerdeki yüzey altı topraklarının (20-30 cm) toprak kalitesi değerlerinin karşılaştırılması

20-30		Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem
TOC	Gruplar Arası	0,016175	4	0,004044	1,247945	0,302
	Grup İçi	0,178213	55	0,00324		
	Toplam	0,194387	59			
AS	Gruplar Arası	0,005389	4	0,001347	0,197032	0,938
	Grup İçi	0,376085	55	0,006838		
	Toplam	0,381475	59			
PH	Gruplar Arası	0,137607	4	0,034402	5,884816	0,001
	Grup İçi	0,321523	55	0,005846		
	Toplam	0,45913	59			
P	Gruplar Arası	0,027059	4	0,006765	1,456114	0,228
	Grup İçi	0,255516	55	0,004646		
	Toplam	0,282575	59			
HA	Gruplar Arası	0,005493	4	0,001373	1,16209	0,337
	Grup İçi	0,064995	55	0,001182		
	Toplam	0,070488	59			
EC	Gruplar Arası	0	4	0	.	.
	Grup İçi	0	55	0		
	Toplam	0	59			
K	Gruplar Arası	0,020177	4	0,005044	0,783189	0,541
	Grup İçi	0,354239	55	0,006441		
	Toplam	0,374416	59			
TK	Gruplar Arası	74,03794	4	18,50949	1,64107	0,177
	Grup İçi	620,34	55	11,27891		
	Toplam	694,378	59			

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı :Fatih GÖKMEN
 Doğum Tarihi ve Yeri :1986/ANKARA
 Medeni Hali :Bekar
 Yabancı Dili :İngilizce
 Telefon :05543016119
 Email :fatihgokmen06@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2011
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2009
Lise	Doğantepe Ç.P.L.	2003

AKADEMİK/MESLEKTE DENEYİM

Kurum/Kuruluş	Şehir	Bölüm/Birim	Görev Türü	Görev Dönemi
İğdır Üniversitesi	İğdır	Toprak	Araş. Gör.	2010-

SCI Tarafından Taranan Uluslar Arası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

A1	Engin Özgöz, Hikmet Günel, Nurullah Acir, Fatih Gökmen , Murat Birol and Mesut Budak. 2011. Soil Quality and Spatial Variability Assessment of Land Use Effects in a Typic Haplustoll. Journal of Land Degradation and Development. DOI: 10.1002/ldr.1126.
A2	

UZMANLIK ALANLARI

Toprak Oluşumu ve Sınıflaması, Toprak Kalitesi